2e ANNÉE N° 10 30 MAI 1891

REVUE GÉNÉRALE

DES SCIENCES

PURES ET APPLIQUÉES

DIRECTEUR : LOUIS OLIVIER

LES SYSTÈMES DE TÉLÉGRAPHIE HARMONIQUE

Les origines de la télégraphie harmonique sont aussi reculées que l'origine de la télégraphie électrique elle-même. Dès 1837, Page et Henry, physiciens américains, constataient qu'en envoyant un courant interrompu et rétabli rapidement dans un fil en hélice entourant une tige de fer, on parvenait à faire rendre un son à cette tige. Plus tard, de La Rive reconnut que ces sons pouvaient être obtenus en faisant passer le courant dans la lame elle-même.

Ces appareils renfermaient le germe de la télégraphie harmonique; mais le but de ces savants était d'arriver à transmettre la parole à distance et Reis, en 1861, présenta à la Société de Physique de Francfort, sous le nom de téléphone, un appareil qui, quoiqu'incapable de reproduire nettement la parole, permettait de transmettre à distance des vibrations musicales au moyen de courants galvaniques.

Avant lui, en 1860, M. l'abbé de Laborde avait présenté à l'Académie des Sciences une note où il décrivait un système destiné à reproduire des sons déterminés à distance. C'est le premier dispositif de télégraphie harmonique qui ait été mentionné. L'examen de la figure 1 suffit à en faire comprendre le fonctionnement.

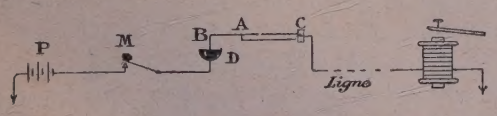


Fig. 1.

Une lame métallique AC encastrée à une de ses extremités et à laquelle est soudé un fil de cuivre AB, est mise en vibration de telle sorte que l'extrémité de ce fil plonge dans le mercure du godet D et en sorte alternativement. Ce godet métallique peut être mis en communication avec une pile P au moyen de la clef M. Au poste recepteur, le fil de ligne est attaché à l'une des bornes d'un électro-aimant, dont l'autre borne communique avec la terre; l'armature de cet électro-aimant est constituée par une tige élastique de fer doux. Cette tige, étant accordée avec la lame du poste de départ, vibrera en même temps qu'elle, dès que le courant traversera la ligne. Dans le cas où l'accord n'existerait pas, la tige resterait à peu près immobile. Dans ses expériences M. l'abbé de Laborde avait tout d'abord adopté les notes ut, ré, mi, fa, sol, la, pour les 6 lames interruptrices du poste transmetteur; mais il rencontra de telles difficultés dans l'établissement de l'accord des diapasons entre eux, qu'il préfera employer les notes de l'accord parfait ut, mi, sol.

Vers 1863, un télégraphiste français, M. Coincy, eut l'idée d'appliquer les propriétés harmoniques des lames vibrantes à un *Rappel général* des bureaux embrochés sur une même ligne sans déranger les autres. Il est fondé sur le même principe que le précédent :

Le bureau principal A (fig. 2) est muni d'un commutateur qui permet d'envoyer sur la ligne le courant d'une pile à travers les interrupteurs V V' V''... etc., en nombre égal à celui des bureaux correspondants, interrupteurs dont l'armature est constituée par une lame de fer doux encastrée à un bout. Ces lames ont des dimensions différentes et donnent chacune en vibrant une note particulière. Les postes correspondants, *a*, *b*... etc., sont embrochés sur la ligne, et sont munis d'interrupteurs analogues aux précédents. Dès qu'un courant tra-

verse la ligne, *a* et V vibrent à l'unisson, *b* et V' également, mais en donnant une note différente, et ainsi de suite. En dirigeant le courant à travers un des trembleurs qui donne une note déterminée au

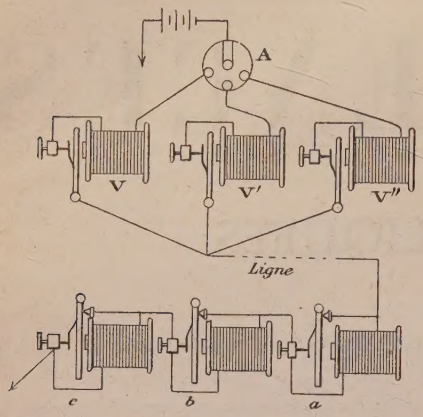


Fig. 2.

poste principal, on actionnera celui des postes embrochés dont le trembleur donne la même note. On utilisait ce mouvement pour faire agir le marteau d'une sonnerie.

En 1870, M. Varley proposa un appareil, destiné à la transmission simultanée de plusieurs dépêches par le même fil, dans lequel il utilisait le récepteur harmonique de Page. On y trouve quelques dispositions qui furent employées dans la suite par ceux qui travaillèrent cette question. La ligne pouvait servir à la transmission des dépêches au moyen d'un Morse ordinaire M (fig. 3). En un point A se

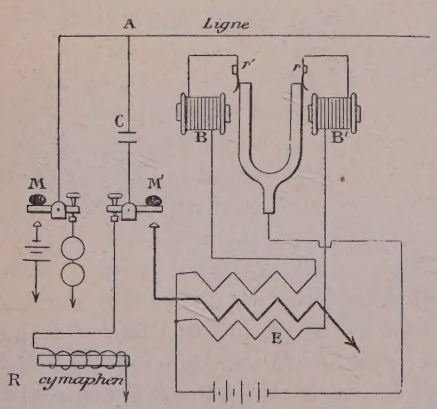


Fig. 3. — Système Varley.

trouvait en dérivation le poste phonotélégraphique, séparé de la ligne par un condensateur C. Le transmetteur était constitué par une bobine d'induction E à trois circuits dont deux primaires et un secondaire. Les deux circuits primaires communiquaient d'une part avec un pôle d'une pile dont l'autre pôle était relié à un diapason, d'autre part, avec deux ressorts *r* et *r'* à travers les bobines de deux électro-aimants B et B' qui, attirant chacun une des branches du diapason, servaient à entretenir ses vibrations en même temps que des courants interrompus étaient envoyés alternativement dans les deux circuits primaires. Ces deux circuits ayant des enroulements inverses provoquent dans l'unique circuit secondaire, quand on manœuvre le manipuleur M', une série d'ondulations électriques en nombre égal à celui des vibrations du diapason. Ces ondulations chargent et déchargent alternativement le condensateur C, envoient sur la ligne une série de courants alternés, et, trouvant au poste d'arrivée le manipulateur M' au repos, actionnent le récepteur Page R appelé par Varley un *cymaphen*. Ce récepteur peut être une simple tige de fer entourée d'une hélice ; cette tige produit un son par suite de ses aimantations et désaimantations successives.

On conçoit la possibilité d'obtenir des transmissions simultanées, car la tige ne parlera que lorsque les vibrations transmises seront en harmonie avec le son qu'elle peut donner. On trouve dans son système une idée neuve qui consiste à séparer le poste téléphonique de la ligne par un condensateur, idée qui fut reprise par Van Rysselberghe pour la télégraphie et la téléphonie simultanées. Il utilisait aussi ce fait qu'un électro-aimant peut être considéré comme opaque par rapport aux courants inverses très rapides.

Quelques années plus tard la question fut reprise, et presque simultanément MM. Elisha Gray, G. Bell, Paul Lacour inventèrent un système de télégraphie harmonique où les dépêches, transmises simultanément par des appareils électro-harmoniques, étaient triées par le synchronisme des appareils en correspondance. C'est même la recherche d'un pareil système qui a conduit Bell à la découverte du téléphone, découverte qui a fait le plus grand tort au développement de la télégraphie harmonique, car pendant quelques années l'attention a été détournée du point de vue purement télégraphique.

Système de M. Paul Lacour. — L'auteur emploie comme transmetteur un diapason D (fig. 4) entretenu

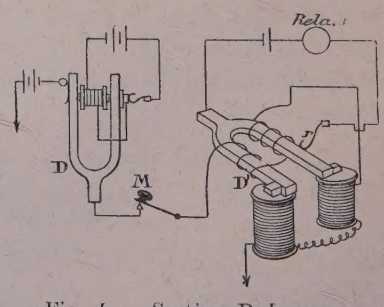


Fig. 4. — Système P. Lacour.

électriquement, qui est interposé entre la pile et le manipulateur. Le récepteur est un diapason D' en

fer doux dont les branches pénètrent à l'intérieur de deux bobines sur lesquelles est enroulé un fil de cuivre intercalé dans le circuit de ligne.

Les extrémités des branches du diapason vibrent en regard des noyaux de deux électro-aimants verticaux traversés également par le courant de la ligne et disposés de façon que ces noyaux prennent une aimantation inverse de celle du diapason. La manœuvre de la clef M fait vibrer D' à l'unisson de D. Pendant son mouvement une des branches du diapason vient au contact d'un ressort r et ferme ainsi le circuit d'une pile où se trouve embroché un relais.

On peut ainsi employer concurremment plusieurs diapasons transmetteurs sur une ligne unique, les vibrations superposées se trouvant triées à l'arrivée par les diapasons respectivement accordés avec les précédents. Une transmission Morse peut d'ailleurs être superposée à ce système sans aucun inconvénient. Ici comme dans le système Varley, on trouve cet avantage que les appareils laissent passer les courants ordinaires sans qu'il en résulte aucune perturbation ; aussi les courants accidentels qui troublent les transmissions télégraphiques ont-ils ici un moindre effet. Un inconvénient sérieux résulte du fait suivant : quand le diapason récepteur sera actionné par la transmission d'un point, par exemple, il continuera à vibrer quelque temps après que la cause de son mouvement aura cessé, en raison de son inertie, et les signaux Morse pourront être altérés. M. Lacour a remédié à cet inconvénient par une modification simple.

Système Elisha Gray. — Le principe en est simple. Aux deux stations en correspondance se trouvent un nombre plus ou moins grand de vibrateurs électro-magnétiques accordés deux à deux sur une même note de la gamme. Au poste de départ, on met tous les vibrateurs en mouvement de façon que, réagissant sur le circuit de ligne, ils transmettent aux vibrateurs du poste correspondant des séries de courants interrompus correspondant à leurs vibrations propres. De sorte que chacun des vibrateurs étant muni d'une pile au poste de départ, il sera possible, par la manœuvre d'une clef Morse, de provoquer dans le vibrateur de réception les sons longs ou brefs qui constituent les signaux Morse. Rien de plus facile, par conséquent, que de lire au son les dépêches ainsi transmises, et cela avec un fil de ligne unique, car les vibrateurs de réception ne peuvent fournir toute l'amplitude de la vibration qu'ils sont capables de donner, qu'à la condition que les interruptions des courants qui les animent correspondent, en nombre, à celles de leur son fondamental. Il se produit donc, à l'arrivée, un véritable triage des signaux transmis, et les choses se passent comme si des fils séparés réunissaient les appareils en correspondance.

On peut amplifier les sons en plaçant les vibrateurs sur des caisses sonores ; mais il a paru préférable à juste titre d'imprimer les télégrammes sur des bandes de récepteurs Morse, en transformant les résonnateurs en interrupteurs de courants locaux. On peut ainsi obtenir autant de transmissions multiples qu'il y a de notes différentes dans un octave ; mais on trouve d'autant plus de difficulté à accorder ensemble les vibrateurs de départ et d'arrivée que les sons choisis sont plus rapprochés.

A l'origine, M. E. Gray avait limité son système à 4 tons seulement, ce qui fournissait par les procédés du *duplex* huit transmissions simultanées. Dans la suite il a pu actionner huit récepteurs sur la même ligne, ce qui donne, en duplexant chaque poste, 16 dépêches dans les deux sens sur un même fil.

Le vibrateur de transmission se compose d'un électro-aimant dont les bobines ont des résistances différentes, 30^{ω} et 5^{ω} (fig. 5). Chacune de

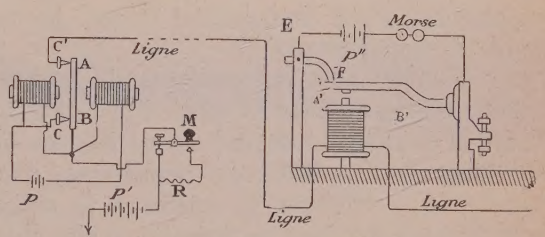


Fig. 5. — Système Elisha Gray.

ces bobines est reliée, d'une part, à une pile p, d'autre part à la tige vibrante constituée par un barreau d'acier AB disposé de manière à pouvoir rencontrer en vibrant 2 butoirs c et c'. On peut régler la note musicale de cette tige au moyen d'un curseur. Le butoir c contre lequel s'appuie la tige au repos sert, comme l'indique la figure, à mettre hors du circuit de la pile la bobine de 30^{ω}. Le courant traversant le fil de la bobine de 5^{ω} aimante le noyau de cette bobine ; la tige AB est attirée à droite, le court circuit est rompu en c et le courant de la pile p traverse la bobine de 30^{ω}. AB est plus attirée à gauche qu'à droite, elle se porte de ce côté, et dans sa course rencontre le butoir c de telle façon que le court circuit est rétabli et que les choses reviennent en l'état primitif. Les mêmes mouvements se produisent de nouveau, il en résulte des vibrations régulières de la tige AB qui vient à chaque vibration toucher un butoir c' relié au fil de ligne et détermine sur ce fil une série d'émissions de courant. Au bureau d'arrivée, on embroche sur le fil de ligne autant de relais qu'il y a de tiges vibrantes

AB au poste de départ. L'armature de chacun de ces relais est formée d'une lame vibrante réglée à l'unisson avec une des tiges du poste de départ, par le déplacement d'un curseur. Seules, les vibrations de cette tige AB sont capables de faire vibrer la lame A'B' correspondante, bien que les courants de ligne traversent tous les relais. Dès qu'on appuie sur le bouton du manipulateur M, pendant toute la durée du contact l'intensité du courant émis par la pile p' est amoindrie, la tige A'B', dont les vibrations ont une amplitude moindre, viendra se mettre en contact avec le levier mobile EF qui, par son poids s'appuiera suffisamment sur l'armature pour fermer le circuit de la pile p'' à travers le récepteur Morse. Dans la pratique le dispositif est plus complexe, nous ne donnons ici que le principe de l'appareil.

Système de M. Mercadier.— Dans une étude sur la théorie du téléphone [1], M. Mercadier a montré que le diaphragme de cet instrument est soumis à deux mouvements :

1° Mouvements de résonnance moléculaire.

2° Mouvements d'ensemble transversaux correspondant au son fondamental et aux harmoniques du diaphragme.

Les premiers sont indépendants de la forme extérieure et permettent au diaphragme de transmettre et de reproduire tous les sons. Les seconds dépendent de l'élasticité du diaphragme, de sa forme et de sa structure. Ils nuisent à la netteté de la transmission des sons articulés en altérant le timbre.

Pour empêcher les mouvements de résonnance moléculaire, M. Mercadier, au lieu d'encastrer la plaque d'un téléphone par son bord circulaire, a simplement posé cette plaque aussi près que possible du pôle de l'électro-aimant sur trois points qui sont les sommets d'un triangle équilatéral inscrit dans la ligne nodale du premier harmonique. Le diaphragme est percé de trois ouvertures de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre par lesquelles pénètrent trois pointes en liège disposées sur un plateau fixe. De cette façon le récepteur téléphonique ne vibre plus d'une façon appréciable que sous l'action de courants dont la période est égale à celle du son correspondant à la nodale sur laquelle s'appuie la plaque, d'où le nom de *monotéléphone* donné à ce récepteur qui est représenté en coupe dans la figure 6. GH est la membrane vibrante. La vis V sert à tendre ou à détendre une bande de caoutchouc KL à l'extrémité de laquelle se trouve un petit cylindre métallique L dont le déplacement sur la plaque téléphonique sert au réglage.

[1] *Journal de physique*, 2e série, t. V, p. 141 et *Comptes rendus*, t. CI, p. 744 et 1 001.

Les deux tubes de caoutchouc T et T' servent à écouter ; les embouchures de ces deux tubes peuvent aisément être maintenues à la hauteur des oreilles sur un diadème de forme simple, de manière

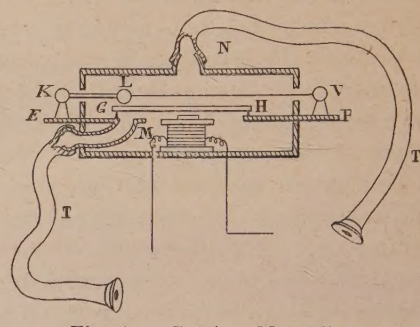


Fig. 6. — Système Mercadier.

à laisser à l'employé manipulant l'usage entier de ses deux mains pour écrire ou transmettre.

Le transmetteur est constitué par un diapason entretenu électriquement au moyen de la pile p (fig. 7). Ce diapason est adapté à une boîte sonore

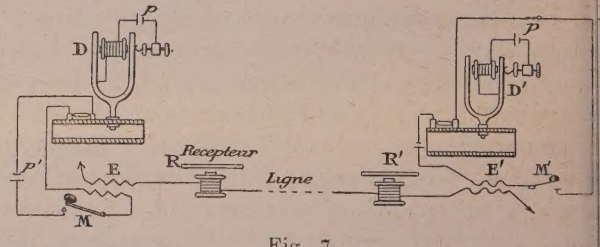


Fig. 7.

qui donne la même note et supporte une paire de microphones d'Arsonval. Une clef Morse M permet de fermer le circuit de la pile p' à travers le circuit inducteur d'une bobine E. Le circuit induit communique, d'une part avec la terre, d'autre part avec la ligne. En appuyant sur la clef M on enverra sur la ligne une série de courants ondulatoires [1] qui ne feront rendre à la plaque GH du récepteur monotéléphonique, le son qu'elle doit donner, qu'autant que celle-ci sera d'accord avec le diapason D. La figure 7 montre que les deux récepteurs sont actionnés par la transmission de l'un ou l'autre poste si les 4 instruments D D' R R' sont accordés ensemble. Pour travailler en duplex il suffirait de donner à D et R des notes différentes et à R' et D' les notes correspondantes. R resterait muet sous l'action de D et pourrait être actionné en même temps par D'. De même pour R'. En résumé on pourra embrocher sur la ligne autant de récepteurs qu'on en pourra construire donnant des notes différentes et cela en des points quelconques de la ligne. En adaptant à chacun d'eux un transmetteur à électro-diapason, on aura autant de

[1] Ces courants interrompus deviennent ondulatoires, grâce à la self-induction du récepteur qu'ils traversent.

postes harmoniques; chacun des transmetteurs n'actionnera que le monotéléphone dont le nombre de vibrations propres correspondra exactement au nombre de vibrations de son électro-diapason.

On voit qu'avec ce système toutes les conditions exigées par la pratique télégraphique sont remplies; chaque manipulant peut contrôler sa transmission puisque son propre récepteur est actionné; et, s'il est *coupé* par son correspondant, il en est immédiatement averti.

En recouvrant la bobine de l'électro-diapason d'une deuxième bobine reliée au fil inducteur de E, M. Mercadier a simplifié beaucoup le transmetteur. A chaque vibration du diapason le courant de pile est interrompu, les branches du diapason se rapprochent et il résulte de ce double fait qu'un courant d'induction traverse le circuit inducteur de la bobine E et qu'un deuxième courant induit est envoyé sur la ligne. Grâce à cette disposition on peut supprimer la caisse sonore, la pile p' et les microphones.

Ce système de télégraphe harmonique est simple et exempt des complications de réglage et d'installation du système de M. Elisha Gray. En employant des monotéléphones accordés à un demi-ton de distance les uns des autres, on peut facilement installer 12 postes à chaque extrémité d'une ligne. Seulement les dépêches sont lues *au son*, et l'on connaît la répugnance qu'inspirent en France les appareils à signaux fugitifs, répugnance assez peu justifiée d'ailleurs. Ce système, non plus que le suivant, n'est pas encore, à notre connaissance, entré dans la pratique.

Phonopore de M. Langdon Davies. — L'élément essentiel de ce système est une bobine d'induction de forme particulière qui possède un circuit inducteur et deux circuits induits. Le circuit primaire est constitué par 14 fils réunis en quantité et enroulés sur une bobine. Le circuit secondaire est formé de deux fils enroulés isolément sur une deuxième bobine, sur une longueur de 100 mètres et enroulés ensemble sur la longueur restante (150 m. environ).

Cette bobine à deux enroulements est la *bobine phonoporique* proprement dite. L'installation d'un poste phonoporique simple comprend un *transmetteur* et un *récepteur*, puis un poste Morse fonctionnant comme à l'ordinaire

AB est une lame vibrante en acier, fixée à une pièce de fer doux c (fig. 8). Le circuit inducteur L enroulé autour d'un barreau d'acier, renferme une pile P, la clef Morse M et un interrupteur constitué par la lame vibrante AB et le ressort r. L'un des fils secondaires l' est isolé à un bout et communique avec la terre par l'autre extrémité. L'autre fil secondaire l est relié à la ligne d'une part et isolé d'autre part. En appuyant sur le bouton M on envoie sur la ligne une série de courants vibratoires extrêmement rapprochés. Les différentes lames AB qu'on peut adapter au vibrateur sont assez massives, épaisses de 4 à 5 millimètres et longues d'environ 10 centimètres. Elles sont numérotées 1,2,3... etc. et donnent en vibrant des notes différentes. Une pareille bobine transmet les impulsions d'un courant vibratoire d'un fil à l'autre, mais ne se laisse point traverser par un courant ordinaire.

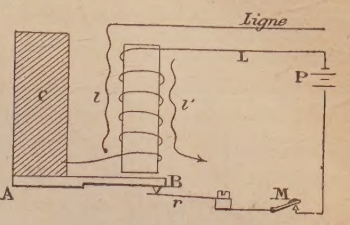


Fig. 8. — Transmetteur phonoporique

Le récepteur (fig. 9) est formé d'un électro-aimant dont les noyaux sont les deux branches d'un aimant permanent; les pièces polaires qui les terminent sont très rapprochées l'une de l'autre. Le fil de l'électro-aimant communique avec la ligne et avec une bobine phonoporique à double enroulement c. Au-dessus des noyaux se trouve une lame vibrante ab en acier, appuyée par ses deux extrémités sur deux petits chevalets métalliques. Cette lame est fixée par une vis à l'une de ses extrémités tandis que l'autre est pincée dans un étau mobile dans des glissières et qu'on peut déplacer en manœuvrant une vis pour le réglage; on peut ainsi règler la tension de cette lame ab. Au-dessus d'elle se trouve l'extrémité f d'un levier mobile autour du point o, dont l'extrémité K est en contact avec la pointe d'une vis. Sur ce levier Kf s'appuie un ressort gh fixé en h. Les axes o et h sont suspendus à des étriers en laiton qui sont mobiles dans des glissières et auxquels on peut communiquer de faibles déplacements au moyen de vis convenablement disposées. La lame ab attirée en permanence par les noyaux aimantés se trouve ainsi dans un certain état de tension. Quand un courant vibratoire traversera l'électro-aimant, il rompra l'état d'équilibre instable dans lequel se trouve la lamelle ab et les contacts K et f seront altérés.

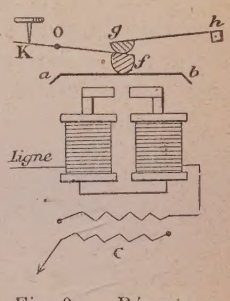


Fig. 9. — Récepteur.

La figure 10 représente un poste phonoporique simple. Un relais sensible est mis en communication avec K et h par l'intermédiaire d'une pile dont le circuit est fermé au repos de façon que l'armature A est attirée. Si la lame ab vibre, les ruptures du circuit en K et f sont suffisantes pour permettre

à A de venir s'appuyer contre le butoir supérieur et le récepteur Morse, qui n'est pas figuré ici, mais est relié à la borne M, sera actionné. L'armature garde cette position pendant toute la durée d'une

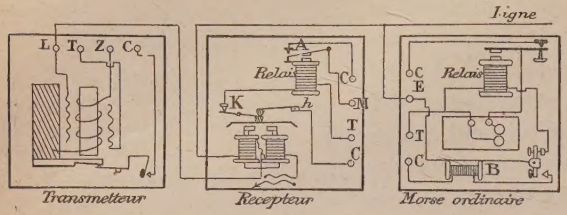


Fig. 10. — Poste phonoporique.

série de vibrations, c'est-à-dire pendant tout le temps que dure la fermeture de la clef de manipulation. Le relais doit être, à la fois, *sensible*, pour que son armature soit déplacée par le passage de la première émission, et *paresseux*, pour qu'elle ne revienne pas au repos dans l'intervalle de deux émissions successives. On voit que des vibrations de *ab* produites par des émissions lentes et irrégulières du genre de celles qui actionnent le télégraphe Morse ordinaire, ou même des émissions rapides et régulières, qui ne seraient pas d'accord avec les vibrations de la lame, ne pourront acquérir une amplitude suffisante. La bobine B du poste Morse est une bobine Van Rysselberghe interposée entre le manipulateur et la pile pour faire *fuser* les signaux et les rendre sans action sur les lames vibrantes.

On a pu voir fonctionner ce système à l'Exposition universelle, sur une ligne factice formée de deux bobines de 5000 ohms chacune ; trois dépêches parcouraient en même temps la ligne, deux en sens contraire par le système phonoporique et une troisième à la façon ordinaire. — Les résultats obtenus étaient excellents, mais, malheureusement, assez peu probants, car la ligne artificielle utilisée n'avait que des rapports lointains avec une ligne réelle. La capacité, la self-induction d'une ligne et son défaut d'isolement sont des éléments qu'il n'est pas permis de négliger, surtout dans les essais relatifs à des systèmes du genre de ceux que nous venons de décrire. Toutes ces tentatives n'en sont pas moins fort intéressantes au point de vue de la meilleure utilisation d'une ligne télégraphique et il est permis d'espérer que dans un avenir peu éloigné les systèmes de télégraphie harmonique entreront sérieusement dans le domaine de la pratique.

A. Bazille,
Ingénieur des Télégraphes.

LE SOL SOUS-MARIN ET LES EAUX ABYSSALES

J'ai exposé dans un précédent article [1] les motifs et les expériences me paraissant établir les faits suivants :

1° La masse des eaux océaniques est partagée en deux zones superposées. La première, supérieure, est celle du mouvement ; les courants marins, quelles que soient leurs causes multiples, y accomplissent et y forment leur cycle. La seconde zone, inférieure, est celle du repos [2].

2° L'épaisseur de la zone tranquille est beaucoup plus considérable que celle de la zone de mouvement. Cette dernière varie avec la localité et, en une même localité, avec la saison de l'année.

3° Les densités actuelles des eaux marines, c'est-à-dire prises à la température *in situ* et *corrigées de la pression*, fonction de la compressibilité et de la profondeur, croissent partout du fond à la surface, de sorte que les nappes isopycnes sont horizontales et régulièrement superposées, tout comme elles le seraient dans un flacon contenant du mercure, de l'eau et de l'huile [1].

4° Le repos des eaux abyssales n'exclut pas la présence de l'air et par conséquent la présence de la vie dans la masse entière des eaux [2].

5° La comparaison des surfaces isopycnes et des surfaces isothermes montre des anomalies tendant à faire supposer que les eaux du fond n'ont point partout la même composition chimique. Cette supposition est appuyée par les analyses de MM. Dittmar et Buchanan [3] qui ont trouvé que certains échantillons d'eaux recueillis à de grandes profondeurs par le *Challenger* présentaient une réaction acide au lieu de la réaction alcaline manifestée dans l'immense majorité des cas.

6° Les particules solides [4], quelle que soit d'ailleurs leur ténuité, tombent très rapidement à travers les eaux salées même lorsque celles-ci sont

[1] Voyez la *Revue* du 30 août 1890, t. I, p. 500 et diverses Notes et Mémoires publiés aux *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*.

[2] J. Thoulet. De quelques objections à la théorie de la circulation verticale profonde de l'Océan, *Ctes Rend. Acad. Sc.* t. CX, p. 324, 1890 et *Revue générale des sciences pures et appliquées*, t. I, p. 500, 1890.

[1] J. Thoulet. Note sur le poids spécifique et la densité de l'eau de mer. *Bulletin de géographie historique et descriptive du Ministère de l'Instruction Publique*, t. IV, 1890.

[2] J. Thoulet. Sur la circulation verticale océanique, *Ctes Rend. Acad. Sc.*, t. CX, p. 1350, 1890.

[3] J. Thoulet, *Océanographie* (*Statique*. Paris, Beaudoin 1890).

[4] J. Thoulet. Expériences sur la sédimentation, *Ctes Rend. Acad. Sc.*, t. CXI, p. 619, 1890 et *Annales des Mines*, 1891.

étendues de dix fois leur volume d'eau douce.

7° Un minéral ne se dissout pas sensiblement plus dans l'eau en mouvement que dans l'eau immobile [1]. Dans l'eau de mer, cette solubilité existe, mais elle est extrêmement faible [2].

8° La diffusion entre l'eau douce et l'eau de mer et entre des eaux de mer de densités différentes s'opère avec une lenteur considérable [3], de telle sorte que, pour en donner un exemple, l'Océan étant supposé entièrement recouvert d'une couche infiniment épaisse d'eau distillée, il faudrait au minimum 3.000 ans pour que la densité de l'eau salée fût abaissée de 0°,01 sur une épaisseur de 1.000 mètres. On conclura de ce fait la possibilité d'une superposition de faunes aquatiques distinctes pendant leur vie et, après leur mort, la possibilité de la chute et du mélange de leurs restes en une même localité du fond.

I

Pour compléter ces notions il est utile de rappeller les points suivants :

1° Selon Mohr [4], les plantes marines transforment le gypse contenu dans l'eau de mer en carbonate de chaux et emploient une partie du soufre ainsi libéré à créer de l'albumine, tandis que les animaux marins utilisent une partie du carbonate de chaux pour leur test ou leur squelette. Le reste du carbonate de chaux se précipite.

MM. Murray et Irvine [5] ont démontré expérimentalement que les excrétions albuminoïdes des animaux marins produisent de l'acide sulfhydrique et de l'acide carbonique. L'acide sulfhydrique, s'oxydant, forme de l'acide sulfurique qui se combine avec la chaux et produit du sulfate de chaux ; l'acide carbonique donne naissance à du carbonate d'ammoniaque qui réagit sur le sulfate de chaux dissous, constitue du carbonate de chaux qui se précipite et du sulfate d'ammoniaque absorbé par les plantes et les animaux et en partie transformé ensuite en nitrates et en azote libre.

M. Ch. Ochsenius [6] pense que les animaux marins, dégageant de l'acide carbonique, décomposent l'eau de mer pour fabriquer ainsi du carbonate de soude et de l'acide chlorhydrique. Le carbonate de soude, se combinant au sulfate de chaux, donne du carbonate de chaux et du sulfate de soude qui, à son tour, avec le chlorure de magnésium, produit du chlorure de sodium et du sulfate de magnésie. Enfin, l'acide chlorydrique décompose les silicates alcalins du fond, et la silice, mise en liberté, est assimilée par les Diatomées et les Éponges siliceuses [1].

Quelle que soit la théorie préférée, les dépôts calcaires se forment donc par voie chimique et comme les êtres vivants, l'un des éléments du cycle, vivent principalement au fond, les réactions doivent s'effectuer au contact même de ce fond.

2° La *Pola*, [2] pendant sa campagne de 1890 dans le sud de la mer Adriatique, a reconnu que :

Il existe, en des localités diverses, de notables différences dans la richesse des eaux de surface en matière organique facilement oxydable. D'une façon générale, la quantité de matière organique diminue avec la profondeur ; mais l'eau immédiatement en contact avec le sol sous-marin en renferme une proportion considérable.

Les variations en ammoniaque sont très faibles, même aux plus grandes profondeurs ; néanmoins, tout contre le fond, la quantité en augmente et l'on peut en dire autant de l'azote organiquement combiné, quoiqu'on ait cru observer une légère diminution avec la profondeur et, dans certains cas, au contraire, une accumulation sur le fond encore plus considérable que celle de l'ammoniaque.

3° Il résulte des calculs de Zöppritz, combinés à d'autres considérations, que le mouvement des courants marins ne s'exerce pas d'une façon sensible au delà d'une profondeur relativement faible au-dessous de la surface. De même l'agitation des vagues cesse de se faire sentir à une très faible distance verticale, variable d'ailleurs selon les localités.

Quant aux variations de la densité suivant la profondeur, elles ont été soigneusement mesurées par M. Buchanan, pendant la durée de la célèbre expédition du *Challenger* [3]. Dans les tableaux qu'il a dressés sont indiqués le numéro d'ordre de la station, la latitude et la longitude du lieu, la profondeur, la température T *in situ*, la densité prise par rapport à l'eau distillée à 4° C, ramenée à la température T et par conséquent figurée par le symbole S_4^T, enfin la densité ramenée à la température normale de 15°,56 C, c'est-à-dire $S_4^{15,56}$. Cette dernière valeur est la densité absolue ou, en

[1] J. THOULET. De l'action de l'eau en mouvement sur quelques minéraux. *Ctes Rend. Acad. Sci.*, t. CXII, p. 502, 1891 et *Annales des Mines*, 1891.

[2] J. THOULET. Solubilité de divers minéraux dans l'eau de mer. *Ctes Rend. Acad. Sc.*, t. CVIII, p. 753, 1889 et t. CX, p. 652, 1890.

[3] J. THOULET. Sur la diffusion de l'eau douce dans la mer. *C. R. Acad. Sc., t. CXII, page* 1068, *du* 11 *mai* 1891.

[4] MOHR, *Geschichte der Erde*. 2e Ed. p. 286 ff.

[5] JOHN MURRAY and ROBERT IRVINE. On coral Reefs and other Carbonate of lime formations in modern seas, *Proc. Roy. Soc. of Edimburgh, Déc.* 1889.

[6] OCHSENIUS. *Biederman centr.* in. *Cosmos*, 1890, p. 391.

[1] J. THOULET. Analyses de spicules d'éponges siliceuses recueillies dans les dragages du *Talisman*. *Ctes Rend. Acad. Sc.* t. XCVIII, p. 100 et *Bull. Soc. minéral. de France*, t. VII. p. 147, 1884.

[2] THOULET. La campagne océanographique de la Pola, *Revue scientifique*, t, XL, p. 658. 1890.

[3] *Reports of the scientific results of the exploving voyage of. H. M. S. Challenger Physics and Chemistry, vol. I.*

d'autres termes, la fonction unique et immédiate de la quantité de sel ou de la composition chimique de l'eau de mer, par litre, indépendamment de la température et de la profondeur, puisqu'aucune correction de compressibilité n'a été faite. La densité absolue proportionnelle à la salinité de l'échantillon peut donc servir de mesure à celle-ci.

Parmi les observations de densités absolues contenues dans les tableaux du *Challenger*, j'ai choisi toutes celles relatives à une même verticale, c'est-à-dire comprenant les densités absolues en série d'une même colonne d'eau depuis le sol sous-marin jusqu'à la surface. Leur nombre, pour les divers océans, était :

Atlantique nord.....	20	séries,	102	observations.
Atlantique sud.....	19	—	122	—
Océan Indien sud.....	7	—	42	—
Pacifique nord.....	23	—	173	—
Pacifique sud.....	31	—	207	—
Mers de Célèbes, Soulou; des Philippines, détroit de Magellan.....	7	—	39	—

soit un total de 685 observations groupées en 108 séries.

Ces observations ont été disposées en 6 schémas, sur un papier quadrillé; chaque densité absolue, marquée à sa profondeur, était représentée par un cercle colorié d'une couleur correspondant à sa valeur et faisant partie d'une gamme de 8 couleurs dont chacune indiquait des densités différant entre elles de moins de $0^m,0005$.

Un autre schéma, dressé dans des conditions analogues, montrait pour l'Atlantique Nord et Sud et le Pacifique Nord et Sud, les densités absolues d'extrême fond rangées à l'échelle suivant l'ordre des latitudes.

Les densités du *Challenger* sont données jusqu'à la cinquième décimale; je les ai prises telles qu'elles étaient fournies, bien que je ne possède pas, je l'avoue, une grande confiance dans cette cinquième décimale qui est une décimale mathématique, provenant d'un calcul et en deçà des erreurs d'observation. Il en résulte que les remarques qui vont suivre ont leur sensibilité exagérée puisqu'elles considèrent que deux densités différant entre elles d'une unité du cinquième ordre sont véritablement différentes, tandis qu'elles peuvent être en réalité identiques.

Ces divers schémas étant ainsi dressés, il suffit de les considérer attentivement pour les lire au moyen de ce qu'Ampère nommait le coup d'œil autoptique. Ce procédé scientifique est fort commode; le groupement des observations achevé, les analogies et les dissemblances viennent en quelque sorte frapper la vue et la tâche se borne désormais à les énoncer et à leur trouver, s'il est possible, une explication.

II

Voici d'abord les faits qui en ressortent :

Les densités absolues, à partir du fond, décroissent jusqu'à une certaine hauteur et croissent ensuite. On constate ainsi l'existence de deux zones, l'une inférieure, épaisse, à stratification directe, l'autre supérieure, mince, à stratification variée. Dans cette dernière, se manifestent ordinairement plusieurs alternances à des intervalles d'autant plus petits qu'on se rapproche davantage de la surface.

Sur une même verticale, la plus forte densité de la série se trouve à la surface, de sorte que l'eau du fond est moins chargée de sels que celle de la surface.

Malgré le peu de mesures prises au fond et à une très petite distance du fond (7 séries de 2 observations chacune), il semble exister, très près de ce fond, une couche mince, moindre de 100 brasses, où la variation de la densité absolue a lieu très rapidement et souvent même est intervertie.

Sur les six schémas des Océans j'ai tracé la courbe des interversions de densités, c'est-à-dire j'ai marqué et joint entre eux les points où en remontant du fond vers la surface, la densité absolue cesse de décroître pour augmenter. En outre pour chaque sondage, j'ai encore marqué à l'échelle le point correspondant à la profondeur à laquelle la température commence à décroître lentement. Il suffit pour cela, sur la feuille qui dans les *Reports* indique, pour chaque station, la série des températures profondes, reliées par une courbe grossièrement parabolique ou hyperbolique, de noter la profondeur à laquelle se trouve le sommet de la courbe. En joignant ces points, j'ai obtenu la courbe de variation thermométrique lente. En réalité ces deux courbes correspondent à des surfaces au sein des eaux océaniques.

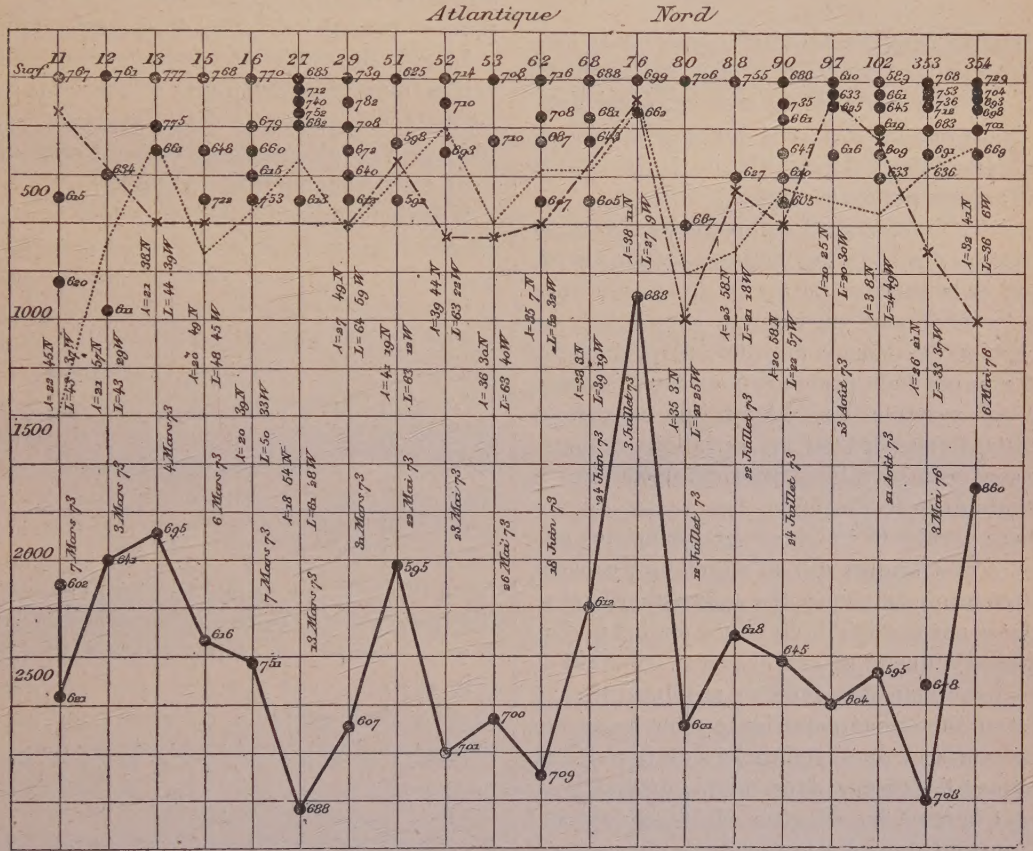
La comparaison de ces deux courbes entre elles et avec celle du fond établit les faits suivants :

1° Le niveau de la surface d'interversion des densités absolues change avec la localité et probablement avec la saison de l'année.

2° Le niveau moyen de la surface d'interversion est voisin de 500 brasses à partir de la surface dans l'Atlantique Nord et Sud, de 300 brasses dans le Pacifique Sud. Les variations de profondeur sont très grandes dans l'Atlantique Nord, moindres dans l'Atlantique Sud, faibles dans l'Océan Indien Sud et le Pacifique Sud, extrêmement faibles dans le Pacifique Nord. Le niveau moyen d'interversion sert de limite supérieure à la zone des eaux tranquilles et de limite inférieure à la zone des eaux en mouvement.

3° Le niveau de la surface de variation thermométrique lente diffère aussi avec la localité, et, pour une même localité avec la saison de l'année; il est situé à la distance moyenne de 400 brasses de la surface; mais il subit de plus grands écarts de profondeur, surtout dans l'Atlantique Nord. Il est généralement plus rapproché de la surface que le niveau d'interversion de densité dans l'Atlantique Sud, plus bas dans le Pacifique Nord et Sud.

4° La courbe d'interversion de densité absolue



et la courbe de variation thermométrique lente ne paraissent point avoir une relation nette avec la profondeur du fond.

5° Les deux courbes ne sont pas très éloignées l'une de l'autre, mais elles ne coïncident pas.

Les faits s'expliquent de la façon suivante :

La surface océanique soumise aux variations climatériques (marche du soleil, régime des pluies, vents, nébulosité, etc.) est le siège d'une évaporation et d'un échauffement plus ou moins intenses; les variations qui en résultent dans la densité réelle et dans la composition chimique des eaux, ajoutées à l'action mécanique exercée par les vents, donnent lieu à des courants marins horizontaux, plus ou moins verticaux, se croisant entre eux ou se superposant avec des vitesses et des directions diverses. Leur ensemble constitue la circulation océanique qui s'effectue tout entière dans une zone superficielle d'une épaisseur voisine de 500 brasses.

Faisant abstraction des phénomènes de remplissage du bassin océanique par des matériaux inorganiques tels que les poussières volcaniques et autres par les dépouilles d'êtres vivant dans les couches liquides supérieures, par la marche progressive et continuelle des sédiments depuis les rivages jusqu'aux portions centrales des océans [1], sans parler enfin de la formation des dépôts par l'intervention de la vie (théories de Mohr, de Murray et Irvine et d'Ochsenius), en conséquence de l'évaporation de surface, les substances peu solubles contenues en solution dans les eaux marines et apportées à l'Océan par les eaux douces beaucoup plus dissolvantes, atteignent à une certaine profondeur leur limite de solubilité et se précipitent. Devenues solides, elles descendent verticalement, pénètrent dans la zone calme, franchissent rapidement et sans se dissoudre les couches intermédiaires tranquilles et parviennent sur le sol sous-marin. Entourées d'eaux immobiles, devenues maîtresses du temps, elles se redissolvent et augmentent la proportion de sels contenus dans la

[1] J. THOULET. Etude expérimentale et considérations générales sur l'inclinaison des talus de matières meubles, *Ctes. Rend. Acad. Sc.* t. CIV., p. 1537 et *Annales de chimie et de physique*, 6e série, T. XII, pp. 33-64. sept. 1887.

couche d'eau la plus profonde immédiatement en contact avec le sol. Alors intervient la diffusion qui, avec une lenteur extrême, augmente progressivement la salinité des eaux sus-jacentes et en même temps permet aux couches contiguës du sol de n'être point saturées et par conséquent de continuer à dissoudre les nouveaux matériaux qui leur arrivent sans cesse. Le sol sous-marin est donc une sorte de foyer d'activité chimique alimenté par des phénomènes de surface et rayonnant avec une grande lenteur vers la surface.

III

La véritable zone d'activité chimique est immédiatement contiguë au fond et son épaisseur ne dépasse pas une centaine de brasses. Ainsi s'explique la formation des gros nodules manganésiens et des cristaux de christianite si abondants dans les argiles rouges et grises [1].

L'activité chimique du fond, conséquence de la concentration des eaux sus-jacentes, dépend donc du climat de la surface. La limite de la zone tranquille est évidemment en relation avec le niveau d'interversion de densité absolue; sa profondeur dépend, non pas de la profondeur du fond, mais du climat. Très variable dans l'Atlantique et surtout dans l'Atlantique Nord où les variations climatériques sont considérables, elle est régulière et assez haute dans le Pacifique. Les vastes dimensions de ce dernier Océan, les courants marins peu violents et mal limités qui le sillonnent, causent une distribution uniforme des eaux superficielles concentrées par le soleil ou étendues par les pluies, et il en résulte que le niveau des eaux tranquilles, celui d'interversion des densités absolues et celui de variation thermométrique lente y sont beaucoup plus uniformes et plus rapprochés de la surface.

Des pôles à l'équateur, dans chaque hémisphère, en suivant le fond, les densités absolues sont variables, surtout dans l'Atlantique. Le fait apporte une preuve de plus en faveur de la non-existence d'une circulation verticale océanique profonde, car, dans le cas où cette circulation existerait, la densité absolue, c'est-à-dire la teneur en sel de l'eau du fond, devrait être partout la même, puisque, cette eau n'apparaissant jamais à l'air, on ne saurait trouver une explication plausible à la variation de sa salinité.

L'examen des schémas montre qu'au fond, en des points extrêmement voisins, la composition chimique de l'eau peut être très différente. Et, dans une même région, les eaux des creux les plus profonds n'ont pas toujours la plus forte densité absolue. Il en résulte que, dans l'Océan actuel, au point de vue spécial considéré ici, les dépôts sont localisés; leur répartition, leurs dimensions, leur épaisseur considérable, faible ou nulle, dépendent moins du temps que des circonstances extérieures.

Les lois générales de l'économie océanique sont donc dans leur ensemble connues ou soupçonnées; il importe maintenant de se livrer à des recherches précises et multipliées sur des espaces resserrés. Le temps des grandes expéditions océanographiques est passé; il faut désormais se résoudre à étudier des aires restreintes d'une façon complète et surtout à diverses époques de l'année.

L'étude des variations de la densité, de l'évaporation, du régime des pluies et des vents s'impose. La météorologie se lie étroitement à l'océanographie qui est la géologie du présent comme la géologie est l'océanographie du passé.

Il devient indispensable de serrer le réseau des observations aux environs du fond et à 500 brasses environ de la surface. Le Pacifique, et plus particulièrement le Pacifique Sud, étant l'océan le plus régulier, les complications de pareilles études y seront probablement moindres qu'ailleurs.

La chimie analytique devra rechercher si les métaux difficilement solubles ne sont pas contenus en plus forte proportion dans les eaux voisines du fond que dans les eaux de surface. Mais il faut avant tout se préoccuper de perfectionner la construction des bouteilles destinées à recueillir les échantillons d'eau, de manière à être garanti contre tout mélange des eaux profondes et superficielles; et aussi s'assurer qu'en remontant des profondeurs à la surface, l'eau abyssale, par une diminution brusque de la pression, ne laisse point les métaux difficilement solubles se reprécipiter de nouveau [1].

J. Thoulet,
Professeur à la Faculté des Sciences de Nancy.

[1] J. Thoulet, Attraction s'exerçant entre les corps en dissolution et les corps solides immergés, *Ctes-rend. Acad. Sc.*, t. XCIX, p. 1072, 1885, et t. C, p. 1002, 1885.

[1] En corrigeant les épreuves de cet article, je trouve dans le numéro de mars 1891 des *Proceedings of the Royal Geographical Society*, de Londres, p. 171, quelques détails sur l'exploration océanographique de la mer Noire exécutée par le Prof. Voeikof, à bord du *Tchernomoretz*, de la marine russe, pendant les mois de juin et de juillet 1890. Il serait difficile de rencontrer des faits confirmant mieux la théorie de la circulation chimique et physique de l'océan. La température de l'eau, à 55 m. est de 7°,22, puis elle augmente progressivement et atteint 9°,44 à 1.830 m. A 137 m., l'eau contient des traces d'hydrogène sulfuré dont la proportion augmente rapidement et, à 286 m. au-dessous, rend la vie animale absolument impossible. On ne ramène de cette profondeur que les coquilles semi-fossiles de certains mollusques caractéristiques des eaux saumâtres des lagunes de la mer Noire et de la Caspienne et qui sont les restes de la faune qui habitait la mer Noire pendant le pliocène alors que le bassin de cette mer, séparée de la Méditerranée, ne contenait que des eaux faiblement salées. La décomposition de ces restes organiques s'accomplit très lentement à cause de l'immobilité des eaux au delà d'une certaine profondeur et donne naissance à de l'hydrogène sulfuré se diffusant lentement de bas en haut.

SUR L'ORIGINE DES TOURBILLONS NATURELS

Dans ma brochure sur les tourbillons [1] et mes précédentes études parues dans cette *Revue*, je pensais avoir donné les explications suffisantes pour permettre de comprendre comment une trombe pouvait prendre naissance au sein de l'atmosphère. Je me suis probablement mal expliqué ; en effet, les quelques personnes qui ont bien voulu étudier mon travail, tout en reconnaissant que mes expériences rendaient compte des phénomènes naturels qu'elles reproduisaient, expriment cependant quelques doutes relativement à l'origine des tourbillons. M. Gariel, entre autres, et dans l'article qu'il a bien voulu consacrer à mes expériences, [2] pense que celles-ci ne rendent pas bien compte de l'origine des phénomènes, car, dit-il, on ne voit pas nettement, pour ceux-ci, ce qui remplace mon tourniquet.

J'ai donc repris et modifié les appareils, en commençant par supprimer les fonds et les parois latérales de mes premiers tourniquets. Le résultat a été identique. Mais en consultant encore la Nature on est amené à voir que les tourbillons se montrent plus volontiers à l'approche d'un nuage orageux ; et, en effet, considérons un épais nuage N (fig. 1) formant écran et empêchant les rayons du soleil de frapper la terre sur une grande étendue ; à droite de la figure, dans la région A exposée au soleil, l'air s'échauffe et augmente de volume.

Par contre, dans la région B, qui est soustraite à l'action du soleil par le nuage, l'air se refroidit et diminue de volume. Par conséquent en A l'air dilaté et échauffé tend à monter et à se précipiter vers la région B, dans laquelle le volume a diminué.

Inversement l'air de B est appelé vers la région A suivant un mouvement descendant pour venir remplacer par le bas l'air chaud qui s'élève en raison de son échauffement. Le conflit du courant chaud *fff*..., avec le courant froid *f'f'f'*... engendre le tourbillon. Au début celui-ci pourra avoir son axe plus ou moins incliné ou même horizontal ; mais on sait que cet axe ne peut conserver cette position et qu'il prendra bien vite la direction verticale.

Fig. 1.

On objectera peut-être que, si l'air se contracte dans la région B, le nuage descendra en proportion et s'opposera à la rupture de l'équilibre entre les masses aériennes des régions A et B, rupture sur laquelle nous avons étayé nos courants atmosphériques de sens inverses. Pour répondre à l'objection, il suffit de remarquer que, d'une part, le nuage fait obstacle en raison de sa masse et que, d'autre part, la vapeur d'eau qui le constitue est exposée au soleil par le haut et que, par suite, cette vapeur est échauffée et tend à s'élever.

Remarquons en passant que, puisque l'air se dilate dans la région A, le nuage se trouvera appelé dans la direction de la flèche F, c'est-à-dire que l'on verra le nuage orageux s'avancer en sens inverse du vent régnant dans la région encore exposée au soleil, ce qui a lieu en effet dans la Nature.

Une disposition du genre de celle représentée par la figure 1 conduit en somme à ce résultat

[1] *Sur les tourbillons, trombes, tempêtes et sphères tournantes.* Etude et Expériences. Paris, Gauthier-Villars et fils.

[2] *Revue générale des Sciences pures et appliquées*, n° 10, 30 mai 1890.

capital : la création d'un fort courant *supérieur* soufflant horizontalement sous le nuage. Nous retrouvons alors l'inverse de ce qui se passe dans une rivière lorsque les courants rapides de fond déterminent des entonnoirs plongeant au sein du liquide situé au-dessus ou sur les flancs de ces courants inférieurs.

Voici une expérience qui met bien le fait en

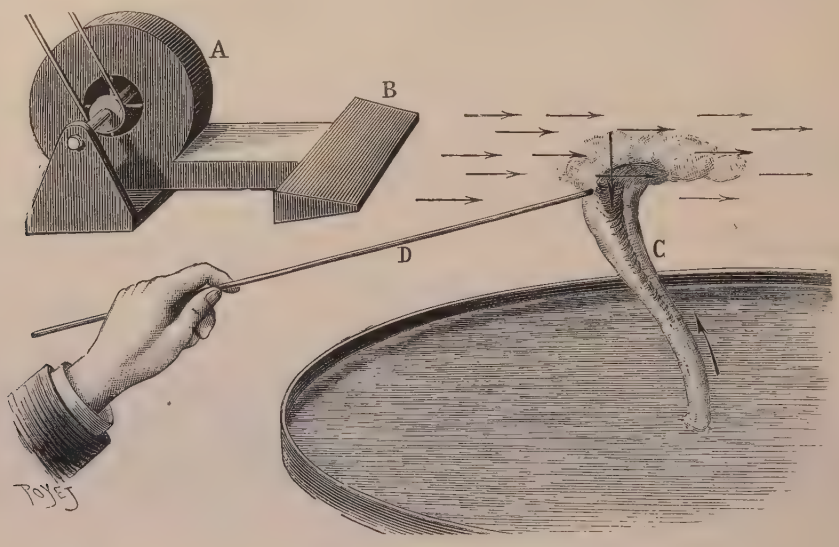


Fig. 2.

lumière : un ventilateur A (fig. 2) terminé par une buse plate B, produit une nappe horizontale d'air animée d'une vitesse assez grande. Au-dessous de cette nappe aérienne on place un bassin renfermant de l'eau chauffée et émettant quelques vapeurs ; on voit alors, à chaque instant, se dessiner entre la surface de l'eau et la nappe d'air une trombe C identique à celles que donnaient les tourniquets de mes précédentes expériences et présentant exactement les mêmes caractères. Le mouvement prépondérant est ascendant; mais, comme dans les trombes produites par tourniquets, il peut être descendant dans la région axiale; et, en effet, lorsqu'on présente dans le haut un fumeron fixé au bout d'un fil de fer D, on voit un cône de fumée descendre et diriger sa pointe aigüe vers la surface de l'eau, en donnant ainsi la reproduction exacte de la trombe marine naturelle.

Si donc, nous revenons à ce qui se passe dans la Nature, et à la disposition de la figure 1, nous pourrons voir qu'un courant d'air supérieur produira des tourbillons, lesquels, suivant les circonstances ou suivant les proportions qu'aura prises le phénomène, enlèveront du sol en panaches tourbillionnaires des poussières, du sable ou autres matières, ou feront descendre du nuage un fuseau nébuleux ayant sa pointe tournée vers la terre.

Ch. Weyher.

REVUE ANNUELLE DE ZOOLOGIE

L'ensemble des ouvrages, mémoires ou notes publiés dans le cours d'une année peut assez bien être comparé à un taillis où parmi les jeunes pousses se distinguent quelques formations plus vigoureuses ou d'essence plus rare. Dans ce taillis, on pourrait dire, parfois, dans cette broussaille, la *Revue Générale des Sciences* a déjà fait un choix pour ses lecteurs, et les principales publications des biologistes ont été plus ou moins longuement analysées au fur à mesure de leur apparition. Il m'est donc permis de restreindre cet article à un petit nombre de questions et je les choisirai parmi celles qui paraissent plus spécialement préoccuper les zoologistes ou qui semblent, par l'importance des sujets qu'elles touchent, devoir, dans l'avenir, susciter de nombreuses recherches. Nous suivrons dans le développement de cet exposé les lois générales de l'évolution, c'est-à-dire que, nous arrêtant d'abord aux travaux relatifs à la cellule et à l'œuf, nous passerons ensuite aux faits qui intéressent les êtres adultes dans la série animale.

I

Les recherches sur la morphologie et la biologie de la cellule et de ses parties composantes se multiplient et, grâce aux progrès réalisés dans la

technique, d'intéressants résultats peuvent être enregistrés chaque année.

On sait que le noyau cellulaire renferme un filament chromatique pelotonné sur lui-même. Dans la phase qui précède la division indirecte (division karyokinétique), ce filament paraît se diviser en segments. Or les auteurs ne sont pas fixés sur le point de savoir si en réalité il existe un *seul* filament dans le noyau à l'état de repos ou si, au contraire, des filaments nombreux préexistent que leur enchevêtrement ne permet pas de discerner. Rabl et Waldeyer inclinent vers cette dernière interprétation et plus récemment Van Gehuchten s'est rangé à cette opinion après avoir observé des tronçons nucléaires distincts dans les cellules des glandes annexes du tube intestinal de la larve de *Ptycoptera contaminata*.

M. Balbiani apporte à cette manière de voir un nouvel argument, tiré de l'étude morphologique du noyau du *Loxophyllum meleagris*. Chez cet infusoire le noyau est *moniliforme*. C'est une sorte de chapelet formé d'articles nombreux, pouvant s'élever à 20 et plus, unis par de courts prolongements de la membrane d'enveloppe étirée entre chacun d'eux. Ces multiples articles représentent donc bien un seul noyau et le doute ne saurait tenir devant cette observation que *l'unité* du noyau se réalise à chaque époque de division, tous les articles se fusionnant alors en un noyau sphérique simple. Or chacun de ces articles renferme un filament nucléaire que M. Balbiani a mis en évidence. Quand les articles s'unissent en un noyau simple, ce noyau renferme donc un nombre égal de filaments distincts. Le *Loxophyllum* fournit par suite un exemple très clair tendant à démontrer la pluralité primitive des filaments nucléaires dans le noyau.

Ces études de morphologie cellulaire sont fort délicates; mais elles ont une importance extrême et doivent être poussées aussi loin que possible, si l'on veut arriver à porter quelque lumière au milieu de l'obscurité qui entoure encore les phénomènes de la vie des cellules. Il suffit pour s'en convaincre de remarquer que malgré les nombreuses et patientes recherches auxquelles se sont livrés les observateurs les plus sagaces, dans le cours de ces dix dernières années, on n'est pas encore parvenu à élucider d'une façon complètement satisfaisante l'un des principaux phénomènes de la biologie cellulaire, la division nucléaire. Toutefois l'année 1890, à ce point de vue, n'est pas stérile et nous allons essayer de retracer rapidement l'état de la question pour montrer jusqu'où elle a été conduite.

Les premiers observateurs qui se sont occupés de la division du noyau n'avaient pu se rendre qu'imparfaitement compte des causes déterminantes de cette division; sauf toutefois que M. H. Fol, dès 1873, avait reconnu l'existence de deux centres d'attraction extranucléaires, dans la cellule. Mais, comme il arrive parfois, M. Fol ne fut pas compris [1]. Plus récemment M. Ed. Van Beneden, chez l'*Ascaris megalocephala*, a attiré l'attention sur un élément particulier de la cellule, qu'il a appelé « Sphère attractive ». Cet élément fait partie intégrante de la cellule; il accompagne le noyau au repos. Il est formé d'un « corpuscule central » enveloppé d'une sphère de protoplasma. C'est l'agent actif de la division cellulaire. En effet, avant la division du noyau on voit le « corpuscule central » se diviser en deux, puis aussi la sphère protoplasmique qui l'enveloppe. Il se produit ainsi deux sphères attractives; celles-ci se portent aux pôles opposés du noyau et chacune d'elles devient le centre d'attraction d'une moitié de la substance nucléaire. M. Boveri confirma ces résultats; il appela le corpuscule central « centrosome » et la sphère protoplasmique « archoplasma ». Ces termes ont été adoptés. Bientôt M. Vialleton dans l'étude du développement de la Seiche, M. Garnault chez l'*Helix aspersa*, et M. Vejdowski chez divers Invertébrés retrouvèrent la sphère attractive. Puis M. Rabl et M. Kölliker la décrivirent chez les Amphibiens; enfin M. Henneguy, en 1890, l'observa dans les cellules embryonnaires de la Truite. Mais tandis que les précédents investigateurs ne décrivaient qu'une seule sphère attractive à côté du noyau, sphère dont la division précédait la division nucléaire et en était comme la première phase, M. Henneguy insiste sur l'existence, chez la truite, pour chaque noyau, de deux sphères attractives ayant chacune son centrosome. « Dans toutes les cellules, dit M. Henneguy, j'ai toujours observé deux sphères attractives placées en général vis-à-vis de chaque extrémité du grand axe du noyau. Chaque sphère est formée par une petite masse de protoplasma très finement granuleux, renfermant en son centre un amas de granulations plus grosses et ayant pour les matières colorantes plus d'affinité que le reste du protoplasma; cet amas central constitue le centrosome. Autour de la sphère attractive, le protoplasma cellulaire présente une disposition rayonnée très nette... ». Cette observation de M. Henneguy a été depuis lors appuyée par les résultats auxquels est arrivé M. Flemming, en étudiant l'épithélium pulmonaire et l'endothélium péritonéal de la Salamandre, résultats qui concordent d'ailleurs avec les observations de M. Fol. Elle a reçu enfin une dernière consécration des recherches de M. Guignard sur les cellules végétales. M. Gui-

[1] Voir *C. R. Ac. des Sc.*, 27 avril 1890.

gnard est parvenu en effet à démontrer, chez les Phanérogames et les Cryptogames la présence pour chaque noyau de deux sphères attractives qu'il propose de désigner du nom de « sphères directrices ». « Dans la cellule dont le noyau est à l'état de repos, dit cet auteur, on aperçoit au contact du noyau, et situées l'une à côté de l'autre, deux très petites sphères représentées par un corpuscule central ou centrosome entouré d'une auréole transparente autour de laquelle se trouve un cercle granuleux... Au moment de la division nucléaire les deux sphères s'écartent l'une de l'autre pour aller se placer en deux points opposés correspondant aux pôles du fuseau futur... Lorsque les deux moitiés de la plaque nucléaire se sont séparées à l'équateur du fuseau et qu'elles se transportent aux pôles, le centrosome se dédouble dans chaque sphère en deux nouveaux centrosomes qui sont l'origine, à chaque pôle, de deux nouvelles sphères attractives... Je suis donc porté à croire, ajoute M. Guignard, que, même dans l'état de repos complet, chaque noyau est déjà accompagné de deux sphères attractives. » Quoi qu'il en soit, l'observation de M. Guignard a une importance considérable en ce sens qu'elle établit la généralisation d'un fait qui, s'il avait été particulier aux animaux, n'aurait pu légitimement avoir la portée fonctionnelle qu'on lui assignait. Comment admettre en effet le rôle directeur des sphères attractives dans la division karyokinétique du noyau des cellules animales, si ces sphères attractives avaient fait défaut aux cellules végétales chez lesquelles la division du noyau s'opère d'une façon toute semblable? Voilà donc un grand pas fait vers la solution d'un problème des plus difficiles. Il est incontestable aujourd'hui que c'est dans le protoplasma et dans des parties définies du protoplasma que siège le point de départ de la division nucléaire et consécutivement de la division de la cellule. Reste à savoir par quel mécanisme s'opère cette division et quels sont les phénomènes intimes qui la déterminent. Les opinions à cet égard sont très peu précises et c'est évidemment sur ce point que vont dorénavant porter les efforts de tous les biologistes.

II

Les caractères morphologiques que nous venons d'esquisser brièvement dans la cellule avant et pendant la division nucléaire se retrouvent aussi dans l'œuf.

M. H. Fol vient d'en donner la preuve pour l'œuf des Échinodermes. Toutefois dans l'œuf le pronucléus femelle serait accompagné d'une seule sphère attractive, et c'est le pronucléus mâle qui apporterait avec lui la seconde sphère attractive. Ce n'est pas tout. Lorsque les deux pronucléus, mâle et femelle, se sont unis, on voit les deux sphères attractives se diviser chacune en deux. Il résulte de là 4 centres (2 spermocentres et 2 ovocentres) qui, se rapprochant 2 à 2, forment ce que l'auteur appelle le *quadrille*. Bientôt, de part et d'autre, un spermocentre s'unit à l'ovocentre correspondant, de telle sorte qu'on a finalement deux sphères attractives qui deviennent les directrices de la segmentation.

En somme, conclut M. H. Fol :

« 1° La fécondation consiste non seulement dans l'addition des deux demi-noyaux provenant d'individus de sexes différents, mais encore dans la fusion deux à deux de 4 demi-centres provenant les uns du père, les autres de la mère.

2° Tous les astrocentres (sphères attractives) du descendant étant dérivés par divisions successives des astrocentres primitifs, se trouvent provenir à la fois et par parties égales du père et de la mère. »

Cette manière de voir, relativement au processus de division, concorde donc, en dehors du nombre des sphères attractives primitives pour chaque pronucléus, avec ce qui a été généralement établi pour la division indirecte des cellules ordinaires. Elle s'écarte, par contre, beaucoup des vues d'ailleurs hypothétiques de M. Boveri. Suivant cet auteur, en effet, il n'y aurait pas de centrosome dans l'œuf, mais seulement un archoplasma; c'est le spermatozoïde qui, arrivant accompagné d'un centrosome sans archoplasma, fournirait à l'œuf le complément nécessaire à la constitution d'une sphère attractive entière destinée à diriger la segmentation. Pour M. Garnaut (chez *Hélix* et *Arion*), rien de tout cela n'existe. C'est seulement lorsque pronucléus mâle et pronucléus femelle sont en contact que l'on voit apparaître séparément les deux figures caractéristiques de la présence des sphères attractives. Il n'en existerait, au début, ni dans le voisinage du pronucléus mâle, ni dans le voisinage du pronucléus femelle.

La question, pour avancée qu'elle paraisse, nécessite, on en conviendra, d'amples recherches avant d'être complètement élucidée. Il restera à étudier tout spécialement, en présence des données nouvelles, comment les choses se passent dans les cas de parthénogénèse. M. Boveri, dans sa théorie, s'en tire en admettant que l'œuf n'est privé de centrosome que par la régression de celui-ci après la séparation du second globule polaire. Cette régression n'aurait pas lieu dans les œufs capables de développement sans fécondation. Si, d'autre part, l'opinion de M. H. Fol est justifiée, puisque toutes les sphères attractives d'un descendant se trouvent « provenir à la fois, et par parties égales, du père et de la mère », il doit en être ainsi de la

sphère attractive qui accompagne le pronucléus femelle. Elle pourrait dès lors, dans des cas particuliers, suffire à déterminer la division de ce pronucléus en même temps qu'à imprimer à l'ensemble des caractères héréditaires.

Nous n'abandonnerons pas la question si complexe des premiers états de l'œuf sans dire quelques mots d'une très intéressante note de M. Giard sur « les globules polaires et les homologues de ces éléments chez les Infusoires ciliés ». On sait que M. Giard dès 1877, au cours de ses études sur l'embryogénie des Echinodermes et des Mollusques nudibranches a été amené à considérer la formation des globules polaires comme un phénomène de division cellulaire indirecte, distinct seulement des divisions ordinaires par l'inégalité très grande des produits de la division. Il proposa donc d'appeler les globules polaires, « cellules polaires », et l'on est à peu près généralement d'accord aujourd'hui pour admettre cette manière de voir. M. Giard, cherchant à expliquer la signification de ces phénomènes, avait suggéré que cette division de la cellule aboutissant à la formation des globules polaires pouvait être considérée comme une reproduction du stade protozoaire dans l'évolution du métazoaire.

M. Maupas, dans ses belles recherches sur les Infusoires ciliés que nous avons signalées l'an dernier, opposait à cette interprétation que les Ciliés, qui sont des Protozoaires, émettent eux aussi des globules polaires identiques à ceux des Métazoaires et que dès lors le soi-disant stade protozoaire de la théorie de M. Giard ne pouvait se défendre.

M. Giard répond à cela que les Ciliés sont des Protozoaires très élevés, que leur organisme *plurinucléaire* permet de rapprocher très sensiblement des êtres *pluricellulaires*, surtout en ce qui concerne la production des globules polaires puisque ce phénomène, ainsi que M. Maupas le reconnaît lui-même, est purement nucléaire. Les Ciliés ne doivent donc pas être considérés comme des Protozoaires types, et ce n'est pas à ces formes supérieures que M. Giard faisait allusion. Il faut les regarder comme un rameau collatéral et non comme la souche des Métazoaires.

L'auteur passe alors à un essai d'homologation des diverses phases de la karyogamie chez les Ciliés, telles que M. Maupas les a décrites, avec celles qui caractérisent la reproduction sexuée des Métazoaires. Il nous serait bien difficile, dans un article de revue, d'entrer dans les détails que comporte cette intéressante discussion. Nous les résumerons donc en deux mots.

L'homologation est impossible si l'on admet les interprétations de M. Maupas qui homologue avec la vésicule germinative des Métazoaires le ou les micronucléus qu'on voit, chez les Ciliés, près du macronucléus au cours de la vie végétative de ces animaux. Mais M. Giard fait observer, très logiquement semble-t-il, qu'une telle homologation revient à admettre que ce sont les ovules et les spermatozoïdes que l'on trouve dans les glandes génitales des Métazoaires pendant la période de repos sexuel. C'est commettre une erreur certaine. M. Giard propose donc de rechercher une base solide d'homologation et elle existe, dit-il, dans le second globule polaire qu'on peut toujours reconnaître sans hésitation parce qu'il est le noyau frère du noyau de conjugaison. M. Giard montre alors qu'en adoptant ce point de départ, les phénomènes observés chez les Ciliés par M. Maupas concordent très exactement avec ceux que l'on connaît chez les Métazoaires.

III

Panmixia ! Panmixia ! Panmixia !

Ce mot à allures énigmatiques se retrouve presque à chaque page dans les revues scientifiques anglaises, un peu comme on voit sur les murs ces affiches où des lettres assemblées bizarrement appellent l'attention des badauds. Un jour, le barnum donne l'explication des hiéroglyphes et l'on est tout étonné de ne rien apprendre de bien neuf.

Panmixia est synonyme de « cessation de sélection ». C'est au moins l'avis de M. Romanes, et nous lui devons une certaine reconnaissance pour avoir bien voulu donner l'explication de ce rébus scientifique. Quant à la doctrine qu'on a affublée de ce beau nom, elle a été développée par Weismann dans sa théorie de l'hérédité, mais d'après M. Ray Lankester elle ne serait pas nouvelle et cela au grand désespoir de M. Romanes, qui croyait bien l'avoir découverte le premier. M. Romanes en avait eu l'idée, dit-il, peu de temps après l'apparition de la dernière édition de *l'Origine des espèces* de Darwin ; et M. Ray Lankester prouve, textes en mains, qu'elle se trouve dans le susdit ouvrage de Darwin, mais avec des développements et des considérations qui la réduisent à sa juste valeur.

Mais je m'aperçois que j'ai l'air de vouloir intriguer le lecteur et qu'il serait temps que j'indique, en quelques mots au moins, quelle est cette doctrine qui fait tant de bruit pour si peu de besogne.

Cette doctrine avait pour but, dans l'esprit de Weismann, de faire échec au principe d'hérédité établi en ces termes par Lamarck : « Tout ce que la nature a fait acquérir ou perdre aux individus par l'influence des circonstances où leur race se trouve depuis longtemps exposée, et par conséquent, par l'influence de l'emploi prédominant de tel organe ou par celle d'un défaut constant d'usage de telle partie, elle le conserve par la génération aux

nouveaux individus qui en proviennent, et qui, par suite, se trouvent immédiatement mieux adaptés que leurs ancêtres, si les conditions d'existence n'ont pas changé. »

Or, d'après la doctrine du Panmixia, les choses sont tout autrement. Quand en raison des changements des conditions d'existence un organe cesse d'être en usage pendant un certain temps, il cesse par cela même d'être l'objet de la sélection naturelle. Il y a « cessation de sélection. » Alors l'organe est soumis à toutes les variations possibles en plus ou en moins. D'après M. Weismann cet état de variation mène à la diminution, puis à la disparition définitive de l'organe. D'après M. Romanes la « cessation de sélection » amènerait seulement une diminution de taille de l'organe, diminution considérable il est vrai, mais non complète, l'auteur faisant la part de la force d'hérédité qui transmet la variation.

M. Ray Lankester fait remarquer que Darwin n'avait pas manqué de prendre en considération la cessation possible de la sélection. « La sélection naturelle, dit Darwin, n'a pas d'action sur les organes rudimentaires, ces organes étant inutiles, et par conséquent ils sont variables. » Mais il avait eu le soin de tenir compte en même temps d'un facteur important, celui de « l'économie de croissance » développé antérieurement par Gœthe et par Geoffroy-Saint-Hilaire : « Si une conformation utile, écrit Darwin, devient moins utile dans de nouvelles conditions d'existence, la diminution de cette conformation s'ensuivra certainement, car il sera avantageux à l'individu de ne pas gaspiller de la nourriture au profit d'une conformation utile. »

Tout cela prouve que les théories en question n'ont pas le mérite de la nouveauté et que les zoologistes actuels semblent les avoir examinées avec moins de soin et d'attention que ne l'avait fait Darwin.

Pour ce qui est de l'hérédité des caractères acquis, deux camps opposés existent actuellement. D'un côté avec MM. Weismann et Wallace, M. His et M. F. Galton nient la transmission des caractères somatogéniques, c'est-à-dire de ceux qui relèvent des causes accidentelles, du milieu, du climat, de l'alimentation, etc.

Ils n'admettent d'autres caractères héréditaires que ceux que Weismann qualifie de *blastogéniques*, qui proviennent de modifications du plasma germinatif spontanées, assez sensibles pour déterminer des variations dans l'organisme.

D'un autre côté MM. H. Spencer, W. Turner, Giard et l'École américaine défendent la théorie de Lamarck, c'est-à-dire l'hérédité des caractères acquis. M. Ryder est d'avis que Lamarck et Darwin ont, à la vérité, donné bien peu d'exemples propres à soutenir la théorie de l'hérédité des caractères acquis ; mais cette pauvreté de preuves résulte de ce que la science n'avait pas encore fait les progrès qu'elle a accomplis aujourd'hui. En tous cas les expériences de mutilations de Weismann qui coupe la queue à des générations successives de souris ne sauraient être prises en considération contre la théorie de Lamarck, car le fait de non hérédité d'une telle mutilation n'a aucune valeur relativement au problème des effets de l'usage ou du non-usage des organes. C'est également ce qu'objecte M. Turner. Ce n'est pas, dit cet auteur, dans les faits de mutilation subie par un individu qu'il faut chercher des preuves de transmission héréditaire, mais bien dans les « phénomènes délicats qui affectent l'organisme vivant ».

D'ailleurs les exemples d'hérédité de lésions accidentelles ne manquent pas, comme le veut faire croire M. Weissmann. Il y a longtemps que M. Brown Séquard a fait connaître de nombreux cas tout à fait caractéristiques de la transmission de diverses lésions : exophthalmie chez des descendants de cobayes ayant eu cette protrusion de l'œil après une lésion du bulbe rachidien ; absence de phalanges ou d'orteils entiers à l'une des pattes postérieures chez des descendants de cobayes ayant perdu ces orteils accidentellement à la suite de la section du nerf sciatique ; lésion d'un œil ou même des deux yeux chez des cobayes provenant de parents ayant eu un œil altéré à la suite d'une section transverse du corps restiforme, etc. L'existence de certaines de ces altérations a été constatée jusqu'à la cinquième et même la sixième génération. On conviendra après cela que les expériences de M. Weismann sur la mutilation des queues de souris ne peuvent rien prouver et, comme le fait remarquer M. Giard, qui rappelle ces faits et les oppose aux expériences de M. Weismann, il paraît évident qu'on n'a pas assez porté l'attention sur le retentissement que certaines lésions *somatogènes* peuvent avoir sur l'organisme modifié et par suite sur sa descendance.

M. Ryder, dans une note sur les « effets de l'usage habituel dans les modifications de l'organisme animal », apporte de nouveaux arguments en faveur de cette partie de la question qui consiste à déterminer l'action directe des influences extérieures sur les modifications que subit l'organisme. Il tire ces arguments de l'examen du mode de développement de la colonne vertébrale dans la série des Vertébrés et des caractères morphologiques des Vertébrés en rapport avec les mouvements de flexion du corps déterminés par les muscles pendant la locomotion. Il insiste plus particulièrement sur la structure des nageoires des Poissons. Il montre que le fonctionnement des rayons mous de ces na-

geoires affecte des dispositions évidemment corrélatives des exigences de l'usage de ces organes. Ce seraient, suivant M. Ryder, en dehors de toute considération d'hérédité, des preuves directes et très probantes des effets de l'usage des parties.

IV

Parmi les études anatomiques relatives aux animaux adultes, nous signalerons les recherches de Pelseneer sur l'epipodium des Mollusques et la réponse de M. Lacaze-Duthiers. Un débat s'est élevé au sujet de l'innervation du pied de certains mollusques et M. de Lacaze-Duthiers en pose ainsi les termes : « Il s'agit de décider s'il est vrai que dans l'Haliotide, la Fissurelle et les Troques, le gros cordon nerveux, courant sur le dos de la lame pédieuse et qui fournit deux ordres de nerfs, les uns postérieurs, les autres antérieurs, est un seul et même organe, ou bien s'il répond à deux parties différentes du système nerveux central juxtaposées, soudées et innervant des organes qui par cela même seraient distincts. » M. de Lacaze-Duthiers et avec lui M. Boutan soutiennent la seconde opinion et voient dans l'épipodium une dépendance du manteau et par suite un organe distinct du pied. M. Pelseneer et avec lui M. Bela Haller admettent la première opinion et considèrent l'épipodium e partie intégrante du pied. M. Pelseneer fonde son opinion sur ce que la méthode des coupes qu'il a employée ne lui a permis de déceler l'existence d'aucune trace de lame conjonctive entre les deux bandelettes dorsale et ventrale du cordon pédieux. M. de Lacaze-Duthiers soutient de son côté qu'il n'est pas nécessaire, pour que deux organes rapprochés soient distincts, qu'ils soient séparés par une membrane d'un tissu différent, et que le guide le plus sûr en pareille occurrence n'est pas dans la technique des coupes, mais bien dans l'étude morphologique précise et le recours au principe des connexions. Le débat se résume en somme dans une question de méthode d'investigation et pour notre part nous tenons pour bonne, avec M. de Lacaze-Duthiers, celle qui met en œuvre à la fois les dissections fines et les coupes en série, contre celle qui met toute sa confiance dans l'unique étude des coupes.

Un événement d'une certaine importance mérite d'être signalé au point de vue purement zoologique. Je veux parler de l'échouement d'un Cachalot qui a eu lieu sur la côte Ouest de l'île de Ré à la fin de janvier 1890. Les apparitions de ce grand Cétacé sur nos plages sont assez rares pour qu'un pareil fait mérite une mention spéciale. J'ajouterai que cette circonstance a été pour M. le Professeur Pouchet et pour moi-même l'occasion de fixer certains points encore mal connus de l'anatomie de cette espèce. Le bassin des Cétodontes avait été décrit jusqu'à ce jour comme ne comprenant de chaque côté qu'un seul os, alors que chez la plupart des Mysticètes on compte deux ou même trois os à droite et à gauche de la colonne vertébrale. Le squelette de l'île de Ré nous a présenté trois os de chaque côté comme chez les vraies Baleines. Les ischions très asymétriques sont de forme triangulaire. D'ailleurs il semble que cette conformation de l'ischion du Cachalot n'est pas constante et nous avons pu reconnaître soit parmi les squelettes conservés au Cabinet d'Anatomie comparée du Muséum, soit parmi les spécimens décrits par les auteurs, quatre formes assez sensiblement différentes.

Pour terminer cet article déjà long, j'appellerai l'attention sur un fait qui a produit une vive émotion parmi les zoologistes des deux mondes ; je veux parler de l'extinction du Bison d'Amérique. On doit à M. Hornaday une très intéressante histoire de cette fatale disparition amenée tant par l'extension de la civilisation et la construction de chemins de fer dans les zones primitivement réservées aux bisons et aux Indiens, qu'à l'insouciance et à l'impéritie qui ont présidé à la destruction de l'animal dans un but commercial.

En 1869, il existait encore plusieurs millions de têtes de cette espèce sauvage qui occupait plus du tiers du continent Nord-Américain. Mais à cette époque l'achèvement du chemin de fer du Pacifique porta un coup fatal à son existence en divisant en deux zones, une septentrionale et une méridionale, l'aire qu'occupait le bison. En 1886, le mal était déjà si manifeste que la *Smithsonian Institution* organisa une expédition afin de recueillir des spécimens de la race sauvage pour en doter les collections. On n'apprendra pas sans satisfaction que M. le Professeur Pouchet a pu obtenir pour le Cabinet d'Anatomie comparée du Muséum un de ces intéressants représentants d'une race qui est appelée à disparaître avant peu. Au 1er janvier 1889 il n'existait plus en effet aux États-Unis que 85 bisons sauvages auxquels il convient toutefois d'ajouter 200 individus protégés par le Gouvernement et réfugiés dans le parc national de Sellewstone.

Dr H. Beauregard,

Professeur agrégé à l'École Supérieure de Pharmacie,
Aide naturaliste au Muséum.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences mathématiques.

Bourlet (C.). — **Sur les équations aux dérivées partielles simultanées qui contiennent plusieurs fonctions inconnues.** *Thèse de doctorat de la Faculté des Sciences de Paris. Gauthier-Villars et fils, 55, quai des Grands-Augustins, avril* 1891.

Cauchy est le premier qui démontra d'une manière rigoureuse l'existence des intégrales dans les équations différentielles, en précisant la notion d'intégrale générale. Un petit nombre d'auteurs se sont occupés depuis des systèmes d'équations aux dérivées partielles simultanées entre plusieurs fonctions inconnues. Les travaux de Bouquet et de M. Mayer sur les équations aux différentielles totales, ceux de M. Darboux et de Mme Kowalevski sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles sont bien connus de tous les géomètres et sont actuellement classiques. Après Mme Kowalevski, M. König a donné un type général d'équations simultanées qui comprend tous les types étudiés antérieurement et pour lequel il démontre l'existence des intégrales. Enfin, MM. Méray et Riquier ont considéré des systèmes d'équations simultanées pris sous une certaine forme, pour lesquels ils établissent également l'existence des intégrales en précisant leur degré de généralité. Ajoutons que l'étude des cas exceptionnels dans lesquels les théorèmes de Cauchy cessent d'être applicables a fait le principal sujet de la thèse de M. Poincaré.

M. Bourlet commence son étude par les systèmes dont les intégrales générales *dépendent d'un nombre fini de constantes arbitraires;* il donne, d'après M. Lie, mais en suivant une autre voie que ce savant, les conditions nécessaires et suffisantes pour que cette circonstance soit réalisée.

Il s'occupe ensuite des systèmes d'équations simultanées *linéaires* du premier ordre les plus généraux; et, tout d'abord, il montre que tout système de ce genre peut être mis sous une forme spéciale, qu'il nomme *forme canonique*, et qu'il prend comme point de départ de tous ses raisonnements. L'introduction de cette forme canonique est d'une réelle importance; elle permet en effet à M. Bourlet d'éviter les cas exceptionnels qui se présentent dans les théories de Mme Kowalevski, de M. König et dans les théories plus récentes de MM. Méray et Riquier, cas exceptionnels provenant de ce que ces auteurs supposent à leurs équations une certaine forme assurément fort générale et réalisable dans la plupart des cas, mais impossible dans des cas particuliers. C'est ce que montre M. Bourlet sur un exemple dans lequel les équations ne peuvent, par aucun changement de variables, se mettre sous la forme que leur suppose Mme Kowalevski. La question de savoir si un changement de fonctions ne conduirait pas à cette forme n'est pas traitée : M. Bourlet pourra y revenir. Lorsque les équations mises sous forme canonique sont *complètement intégrables*, le système admet des intégrales générales dont le degré de généralité peut être parfaitement précisé.

La troisième partie de la thèse est consacrée à l'étude des systèmes quelconques : l'auteur établit la convergence des séries qui donnent les intégrales, les coefficients étant calculés à l'aide des équations du système. Le degré de généralité des intégrales générales n'est précisé que si l'on peut ramener le système aux deux cas suivants déjà étudiés dans les deux premières parties : 1° les intégrales générales dépendant d'un nombre fini de constantes arbitraires; 2° le système proposé peut être ramené à un système linéaire canonique complètement intégrable.

Les différentes théories développées par M. Bourlet sont accompagnées d'exemples bien choisis mettant en évidence les diverses circonstances qui peuvent se présenter.

La thèse de M. Bourlet fait faire un réel progrès à la théorie difficile des systèmes d'équations aux dérivées partielles, grâce surtout à l'introduction d'une forme canonique existant toujours et fournissant une base certaine à toute la théorie. Il serait du plus haut intérêt de trouver en outre une forme canonique qui fût *complètement intégrable*; mais il paraît impossible d'affirmer actuellement qu'une telle forme existe toujours. P. Appell.

Frenet. — **Recueil d'exercices sur le calcul infinitésimal,** 5e *édition augmentée d'un Appendice par M. H. Laurent, examinateur d'admission à l'Ecole Polytechnique* (8 *fr.*). *Gauthier-Villars et fils,* 55, *quai des Grands-Augustins,* 1891.

L'ouvrage de M. Frenet est bien connu; depuis près de quarante ans il a été le recueil classique que tous les candidats à la licence ont apprécié ; la 5e édition qui vient de paraître ne pourra qu'en augmenter la vogue, car M. H. Laurent l'a complétée par un appendice fort important et d'une réelle valeur scientifique.

Cet appendice relatif aux résidus, aux fonctions elliptiques, aux équations aux dérivées partielles, aux équations aux différentielles totales, contient de nombreux exercices bien choisis pour éclairer ces difficiles questions et en faire comprendre la portée ; il rendra de grands services à tous ceux qui étudient cette branche si intéressante de l'Analyse. L. O.

Mouret (Georges). — **Force et masse.** *Revue philosophique de la France et de l'Etranger. Janvier* 1891.

« Une science n'est complète, elle n'est science, que si l'on est en mesure de rétablir, sous chaque résultat symbolique, le fait concret représenté, quelque compliqué qu'il soit ; il faut, par suite, que les notions qui servent de point de départ soient bien fixées, et ne restent point dans un vague recherché par le littérateur, accepté par l'homme pratique, mais que le logicien et le philosophe ne peuvent admettre. »

Cette phrase de l'article de M. Mouret en définit très nettement le but, en même temps qu'elle en donne la raison d'être. L'auteur fait remarquer que l'on peut très bien raisonner d'une façon exacte, sans avoir une conception parfaitement nette des notions qui servent de données, et il se place au point de vue, non de la science pratique, mais de la philosophie scientifique. Les observations qu'il présente sont, en outre, très importantes au point de vue de l'enseignement.

Il est probable, en effet, qu'en introduisant les sciences physiques dans l'enseignement secondaire, on s'est proposé plutôt de donner une série d'exemples de raisonnements par induction, que d'apprendre aux élèves la formule des miroirs sphériques, ou d'autres résultats analogues. Pour que ce but soit atteint, il faut que les notions ou concepts soient présentés dans une suite logique, en partant des plus simples pour arriver aux plus complexes.

M. Mouret fait tout d'abord remarquer la nécessité qu'il y a de séparer les concepts en deux classes : 1° les *concepts psychologiques*, qui dérivent directement des sensations et ne sont pas susceptibles de mesure ; (chaleur, son, couleur, etc...); 2° les *concepts logiques*

formés par une combinaison d'espace et de temps, ou de ces deux concepts réunis. La confusion entre ces deux classes de concepts est très fréquente : c'est ainsi qu'on trouve, dans certains ouvrages, que la température ne se définit pas ; si cependant elle dérivait directement d'une sensation, elle ne serait pas susceptible de mesure. Il y a ici confusion entre le concept psychologique de chaleur et le concept logique de température. L'étude des concepts logiques rentre seule dans les sciences physiques ; c'est dans cette classe qu'il faut chercher l'enchaînement logique des faits, dans l'ordre de l'abstrait au concret.

M. Mouret applique ces idées aux concepts fondamentaux de la mécanique, l'inertie, la masse, la force, en se plaçant plus particulièrement dans le cas du mouvement de translation. Il déduit immédiatement le concept d'inertie et celui de masse, du fait expérimental de la transmission de mouvement par contiguïté. En ce qui concerne la force, il fait remarquer que l'on doit considérer séparément la cause de mouvement (puissance), non mesurable, et la force proprement dite, concept logique déduit de l'existence de l'équilibre. Enfin l'auteur insiste sur la distinction que l'on doit établir entre l'équilibre et le repos, distinction dont les lecteurs de la *Revue* ont pu voir une application dans l'article de MM. Le Chatelier et Mouret sur « Les équilibres chimiques ». Cette étude, du plus haut intérêt, semble n'être que le commencement d'une série d'articles sur la philosophie des sciences.

Georges Charpy.

2° Sciences physiques.

Fabre (C.). — **Traité encyclopédique de photographie.** *4 vol. in*-8° (48 fr. ; le vol. 14 fr.). *Gauthier-Villars, Paris*, 1889-1891.

Un ouvrage *complet* sur la photographie, c'est-à-dire un livre en indiquant, non seulement l'état actuel, mais encore les transformations successives, n'existait pas en France. L'excellent traité de Davanne était, assurément fort complet, mais il se bornait à indiquer surtout les procédés définitifs consacrés par l'expérience, laissant de côté les tâtonnements par lesquels on avait dû forcément passer.

En Autriche, pourtant, le Dr Eder dans son superbe « *Au sführliches Handbuch der photographie* » en 4 volumes, et en Allemagne, M. Vogel, dans un ouvrage de même coupe, avaient donné l'exemple. Notre littérature était, à ce point de vue, en retard. M. Fabre a eu l'heureuse pensée de la mettre à la hauteur de celle de nos voisins. Disons tout de suite qu'il y a pleinement réussi.

Son *Traité encyclopédique de photographie* comprend 4 volumes très simplement classifiés : le premier s'occupe du *matériel photographique* ; le second des *négatifs* ; le troisième des *positifs* ; le quatrième des *agrandissements et applications*.

Dans le tome premier sont minutieusement décrits les divers modèles de chambres, de pieds, d'obturateurs et d'objectifs. Une étude très soignée de ces derniers, de leurs propriétés optiques, de leurs éléments principaux, rend ce volume tout à fait intéressant. Aujourd'hui, la photographie doit absolument sortir de la voie empirique pour entrer dans la voie rationnelle, et disons, à ce propos, que le livre tout entier de M. Fabre est scientifiquement écrit dans cet esprit. Des plans d'installation d'ateliers terminent ce volume.

Dans le tome second sont exposés avec les plus grands détails tous les procédés *négatifs* : plaque daguerrienne, collodion, albumine, gélatine, pellicules diverses, ainsi que tous les révélateurs employés ou même *essayés*. A ce dernier point de vue ce volume présente une véritable mine de documents précieux, et l'on ne peut s'empêcher de songer à la somme énorme de travail qu'il a fallu dépenser pour amonceler ces matériaux, tous accompagnés d'indications bibliographiques précises.

Le tome troisième est construit de façon analogue, mais au point de vue des épreuves *positives* : à signaler le soin avec lequel sont exposés les procédés divers de tirage aux encres grasses qui, aujourd'hui, le disputent en perfection aux positifs obtenus par application.

Enfin dans le quatrième et dernier volume sont réunis les procédés d'agrandissement, et les applications scientifiques : photomicrographie et photographie du Ciel, avec un codicille, peut-être un peu court, relatif à la photographie des couleurs.

On ne peut s'empêcher de regretter que l'ouvrage n'ait pas été terminé deux mois plus tard : il contiendrait l'exposé de la géniale découverte de M. Lippmann, et il serait le seul Traité *complet* de photographie existant, car les travaux de l'éminent professeur comblent la seule lacune qui restât à combler dans l'art de Daguerre, de Niepce, de Talbot.

Mais tel qu'il est, ce livre constitue une œuvre essentiellement utile ; il sera forcément entre les mains de tous ceux qui s'intéressent à la photographie et désirent la connaître à fond. L'exécution matérielle en est excellente ; deux sortes de textes, un gros pour les articles formant le *Traité*, un fin pour les documents *encyclopédiques*, ainsi que des tables minutieusement dressées facilitent les recherches. Bien des tentatives inutiles seront ainsi évitées, puisqu'on aura sous la main la nomenclature de celles déjà hasardées sans succès.

Alphonse Berget.

Revision des poids atomiques

Meinecke (C.). — **Sur le poids atomique du chrome.** *Liebig's Annalen*, 261. 339 (1891).

Seubert (K.). et **Kobbé** (K.). — **Poids atomique du rhodium.** *Liebig's Annalen*, 260. 314 (1890).

Seubert (K.). — **Poids atomique de l'osmium.** *Liebig's Annalen*, 261. 257 (1891).

Seubert (K.). — **Sur les poids atomiques des métaux du groupe du platine.** *Liebig's Annalen*, 261. 272 (1891).

Patridge (E. A.). — **Poids atomique du cadmium.** *American journal of Sciences. Novembre* 1890, *p.* 377.

Clarke (F. W.). — **Sur le calcul des poids atomiques.** *American Chemical Journal* (1891), 13. 36.

M. Meinecke a déterminé à nouveau le poids atomique du chrome par l'analyse du chromate d'argent. La moyenne d'une série de déterminations le conduit à : Cr = 51,94 entre les limites 52,00 et 51,90 ; unité O = 15,96

M. Seubert qui se consacre depuis plusieurs années à la révision des poids atomiques des métaux du groupe du platine, vient de publier deux nouvelles séries de résultats relatifs au rhodium et à l'osmium. Les recherches concernant le premier de ces éléments ont été faites en collaboration avec M. Kobbé ; elles consistaient à analyser le chlorure de chloropurpuréorhodium $Rh^2(AzH^3)^{10}Cl^6$, ce qui a donné Rh = 102,7. Les travaux relatifs au poids atomique de l'osmium, exécutés par M. Seubert seul, ont pour base l'analyse des chlorures doubles d'osmium : K^2OsCl^6 et $(AzH^4)^2OsCl^6$. On trouve ainsi : Os = 190,3. Unité O = 15,96.

Ces deux nouvelles valeurs s'écartent considérablement des nombres admis jusqu'à présent : Os = 195 à 198 et Rh = 104. On peut cependant accorder une grande confiance aux résultats de ces recherches récentes, car si l'on classe les éléments du groupe du platine par ordre de poids atomiques croissants, ils se trouvent rentrer dans les familles naturelles auxquelles ils doivent logiquement appartenir d'après l'ensemble de toutes leurs propriétés chimiques. C'est un point sur lequel M. Seubert attire tout particulièrement l'attention :

Ru = 101,4	Rh = 102,7	Pd = 106,35	Ag = 107,66
Os = 190,3	Ir = 192,5	Pt = 194,3	Au = 196,7

L'ancienne valeur Os = 195 à 198 assignait une tout autre place à cet élément.

A enregistrer, enfin, une révision du poids atomique du cadmium due à M. Patridge. Le métal employé a été soigneusement purifié par distillation dans le vide et l'on a opéré ensuite par les trois méthodes suivantes :

1° Transformation de cadmium en oxyde, d'où Cd = 111,803.

2° Transformation du sulfate de cadmium en sulfure, d'où Cd = 111,797.

3° Transformation de l'oxalate en sulfure, d'où Cd = 111,805.

Moyenne Cd = 111,802. Unité O = 16.

M. Clarke, dont la compétence en pareille matière est bien connue, fait au sujet de ce travail quelques remarques fort judicieuses. Ces observations n'enlèvent rien à la précision des expériences, mais font simplement ressortir la manière souvent défectueuse dont se calculent les résultats de déterminations de poids atomiques : c'est ainsi que, par exemple, l'incertitude sur le poids atomique du cadmium dépend non seulement de l'unité choisie O = 16, mais aussi des erreurs sur les poids atomiques du carbone et du soufre. C'est pourquoi M. Clarke propose d'utiliser les résultats de M. Patridge pour la détermination simultanée de ces poids atomiques eux-mêmes. Il établit ainsi un système de trois équations à trois inconnues qui, résolues, donnent :

Cd = 111,785
C = 11,996
S = 32,000

La même manière de faire pourrait être appliquée avec avantage à un grand nombre de recherches dont les résultats se contrôleraient mutuellement.

PHILIPPE A. GUYE.

3° Sciences naturelles.

Genay (Paul). — **De l'influence des engrais sur les récoltes.** — *Annales agronomiques, tome XIV page* 193, 1890. *G. Masson*, 120, *boulevard Saint-Germain, Paris.*

Ce mémoire est le résumé des expériences que M. P. Genay a exécutées à la ferme de Bellevue (Meurthe-et-Moselle) et dans lesquelles il s'est proposé de déterminer les matières qu'il faut ajouter à un sol donné pour élever économiquement le rendement des plantes que la situation permet d'y cultiver.

L'auteur rappelle d'abord que son exploitation est au pied des Vosges, sur un terrain silico-argileux ; le sous-sol est imperméable, ce qui a nécessité le drainage du domaine. Les diverses analyses faites par des agronomes très compétents ont révélé un sol assez riche en azote, mais contenant peu d'acide phosphorique, de potasse et de chaux. Les résultats obtenus étaient assez discordants, ce qui fait dire avec raison à M. P. Genay que ces différences doivent tenir aux modes analytiques suivis et qu'il serait désirable que les chimistes se missent d'acord pour unifier les méthodes.

Expérimentation directe. — Elle a porté sur les cultures du blé, de la pomme de terre et de la betterave fourragère. La culture du blé a exigé un chaulage préalable. C'est un blé de la Haute-Alsace, rouge et vigoureux qui a donné les meilleures récoltes, à l'exclusion des variétés ordinairement renommées qui résistent mal au rude climat des Vosges. Des engrais employés, c'est le nitrate de soude, appliqué en couverture au printemps, qui a été supérieur ; l'engrais complet même (nitrate, chlorure de potassium, superphosphate) lui est inférieur au point de vue pécuniaire ; le mélange minéral (superphosphate et chlorure de potassium) a peu marqué.

La variété de pommes de terre cultivée à Bellevue est la « *magnum bonum* ». Des divers engrais l'élément potassique a été économiquement le plus utile ; puis l'azote et l'acide phosphorique. Le fumier a été désavantageux. Ces résultats sont concordants avec ceux déjà constatés par d'autres agronomes. L'engrais de potasse dans un sol contenant cet élément en faible quantité, non seulement élève les récoltes de pommes de terre, mais fournit des tubercules plus riches en fécule.

Pour la betterave, dont la culture est assez difficile sous le climat de la Lorraine, le nitrate de soude seul a été avantageux ; les suppléments de récoltes, dus au mélange minéral et à l'engrais complet, n'ont pas payé les dépenses d'engrais. La betterave se conduit donc dans les conditions comme le blé.

Efficacité des engrais sur une série de récoltes. — Une première expérience a été conduite pendant deux années (1887-1888) sur des parcelles identiques, mais fumées avec de l'engrais complet duquel on avait retiré un de ses éléments, différent pour chaque parcelle. La plante cultivée a été la pomme de terre « *magnum bonum* ». C'est l'engrais complet qui a produit le meilleur effet sur les deux récoltes successives ; viennent ensuite le chlorure de potassium, le nitrate et la scorie phosphoreuse.

Une seconde expérience a duré 4 ans (1886-1889) ; outre l'effet des divers engrais sur une série de récoltes M. P. Genay a cherché la solution de divers points sujets à controverse. En expérimentant sur les diverses plantes de grande culture, il a constaté notamment que les engrais chimiques bien combinés n'épuisent pas le sol, que l'engrais complet n'est pas inférieur au fumier, que le phosphatage du fumier n'est pas suivi d'effet utile, même dans un sol ayant besoin d'acide phosphorique, enfin que le phosphate minéral est inférieur aux autres engrais phosphatés.

Les expériences de Bellevue prouvent une fois de plus que les cultivateurs ne doivent pas s'en tenir seulement aux indications de l'analyse pour en déduire les besoins de leur sol ; ils ne peuvent les connaître qu'en procédant à des essais méthodiques ; c'est ce qu'a fait M. P. Genay ; la Société nationale d'Agriculture l'a fort justement récompensé de ses travaux en lui décernant une grande médaille d'or.

A. HÉBERT.

Addendum. *Thèse de M. Le Dantec.*

Dans notre dernier numéro (1), M. Dubief a rendu compte d'un travail de M. Le Dantec, qui constituait seulement la première partie de sa thèse, partie insérée aux *Annales de l'Institut Pasteur*. Les conclusions générales de l'ensemble de cette thèse sont les suivantes :

1° Les Amibes et les Infusoires à tourbillon ingèrent indistinctement tous les grains solides en suspension dans l'eau, pourvu que les dimensions de ces grains soient convenables ; la facilité de l'ingestion chez les êtres de ces deux groupes dépend de la tension superficielle au contact de leur protoplasma et de l'eau extérieure ; le tourbillon des Infusoires détermine, sur le protoplasma nu du fond de l'œsophage, une pression antagoniste de cette tension superficielle et facilite l'ingestion en creusant plus profondément le tube décrit par Dujardin. — Les Infusoires capteurs, au contraire, choisissent leur nourriture, et n'ingèrent jamais seule une substance non nutritive.

2° Chez tous les Protozoaires étudiés, vivant librement dans l'eau, les corps solides ingérés ne sont jamais en contact direct avec le protoplasma, mais sont situés dans des vacuoles dont le contenu est toujours, au début, une goutte de l'eau extérieure.

Ces vacuoles, dont les parois sont constituées par la tension superficielle au contact du protoplasma et du liquide ingéré, sont le siège de modifications d'ordre chimique et d'ordre physique.

L'alcalinité de leur contenu diminue peu à peu, et au bout d'un temps variable avec les espèces, cette alcalinité fait place à une acidité constatable soit expérimentalement au moyen du tournesol ou de l'alizarine sulfoconjuguée, soit par l'observation de la coloration brune que prend la chlorophylle ingérée ; et ceci a tou-

(1) Voyez la *Revue* du 15 mai 1891 t. II. p. 310.

jours lieu, que le grain ingéré soit nutritif ou non, organique ou inorganique.

En même temps que cette sécrétion très générale d'acide, a lieu dans la vacuole une apparition de diastases, s'ajoutant à celles que contenait déjà l'eau ingérée, et dont la présence se manifeste par la digestion de diverses substances : albuminoïdes, fécule de pomme de terre, diverses celluloses, etc...

Par suite même de ces modifications chimiques, la tension superficielle et la réfrangibilité du liquide de la vacuole se rapprochent de celles du protoplasma ambiant. Chez les Amibes, par exemple, cette modification de tension superficielle est d'une grande importance pour le sort de la vacuole, et rend plus ou moins facile par sa plus ou moins grande rapidité l'éjection des corps solides ingérés.

3° Une observation faite sur la digestion des Oscillaires, montre que les conditions de diffusibilité dans la vacuole sont très particulières, ce qui permet d'expliquer facilement la sécrétion d'acide qui y a lieu par un simple phénomène de dialyse au contact de l'eau de la vacuole et du protoplasma; ce protoplasma contenant un ou plusieurs sels dont les acides sont naturellement plus difusibles que les bases.

Voici donc deux parties importantes de la nutrition des Protozoaires, saisir l'ingestion et la sécrétion d'acide dans les vacuoles, ramenées à des phénomènes physiques simples, tension superficielle et dialyse.

4° Sciences médicales.

Nicaise (E.) — **La grande chirurgie de Guy de Chauliac**, *chirurgien, maistre en médecine de l'Université de Montpellier, composée en l'an* 1363 (28 *francs*). *F. Alcan*, 108, *boulevard Saint-Germain, Paris*, 1890.

Le livre de Guy de Chauliac, le plus complet qui ait été écrit sur la chirurgie jusqu'au XIVe siècle, après avoir joui d'un grand et légitime succès, avoir eu jusqu'à soixante-neuf éditions, n'était plus guère consulté que par quelques chercheurs. M. Nicaise a pensé qu'il y avait lieu de sortir de l'oubli le livre de ce maître, qui mérite le nom de *fondateur de la chirurgie didactique*.

Par une collation minutieuse des textes, il a pu nous donner une version aussi exacte que possible de l'œuvre de Guy de Chauliac. Des notes nombreuses indiquent les variantes principales et donnent le texte latin original dans tous les cas où le sens de la phrase prête à des interprétations diverses.

Dans une introduction de près de 200 pages, M. Nicaise passe en revue tous les auteurs et tous les livres qui sont cités par Guy de Chauliac, insistant sur les doctrines de Galien, qui régnaient à la fin du moyen âge. C'est une véritable étude, des plus complètes et des plus intéressantes, de la chirurgie au Moyen-Age.

L'ouvrage se termine par une liste de tous les produits de matière médicale employés au XIVe siècle, avec leur nom scientifique actuel, une histoire des instruments de chirurgie employés à cette époque avec des figures, et enfin un glossaire des termes d'anatomie, de pathologie, de vieux français, de tout ce qui peut, en un mot, servir à guider et à éclairer la lecture des auteurs anciens.

C'est là une œuvre considérable dont la place est assurée dans toutes les bibliothèques médicales. Ajoutons, en terminant, que le livre est luxueusement édité, que des reproductions de miniatures provenant des manuscrits de Guy de Chauliac l'illustrent et que rien, au point de vue matériel, n'a été négligé pour en assurer le succès. Dr Henri Hartmann.

Lépine (R.) — **Sur la pathogénie du diabète consécutif à l'extirpation du pancréas.** *Archives de médecine expérimentale, Paris, mars* 1891, t. *III, p.* 222.

M. Lépine conclut que l'existence d'un ferment glycolytique chez le sujet sain, ainsi que sa diminution chez l'animal privé de pancréas (et chez l'homme diabétique) *sont des faits* parfaitement établis et au-dessus de toute contestation. Quant à l'hypothèse d'une hyperproduction de sucre chez le chien privé de pancréas, elle ne paraît pas en rapport avec les résultats de l'observation. Dr Henri Hartmann.

Julien (Alexis). — **Aide-mémoire d'anatomie à l'usage des étudiants en médecine.** 2e *édition* (3 *fr.* 50.) *O. Doin, éditeur*, 8, *place de l'Odéon, Paris*, 1891.

Série de tableaux donnant les insertions musculaires et ligamenteuses, les distributions vasculaires et nerveuses, les trous et canaux de la base du crâne avec les organes qui les traversent, mémento qui est aux études anatomiques ce que les chronologies d'autrefois sont aux études historiques actuelles.

Dr Henri Hartmann.

Arloing (Dr), *Professeur à la Faculté de Médecine de Lyon.* — **Les Virus.** *Un vol. in-8 de la Bibliothèque scientifique internationale avec* 47 *figures dans le texte*, (6 *fr.*). *Félix Alcan, éditeur*, 108, *boulevard Saint-Germain, Paris*, 1891.

L'auteur étudie dans ce livre diverses questions de grande importance qui, bien que relatives aux conditions de la virulence, n'ont guère été amplement traitées jusqu'à présent dans les manuels de microbie. Il distingue des parasites simples, vivant simplement de la substance de leur hôte, les virus animés, ferments à excrétions toxiques. Dans cette dernière catégorie nous ne connaissons actuellement que les bactéries pathogènes. M. Arloing les considère surtout dans leurs rapports avec l'organisme infecté ou intoxiqué. Il expose à grands traits l'ensemble des découvertes qui ont conduit aux doctrines actuelles, passant rapidement sur les plus connues, et il insiste tout particulièrement sur les travaux de M. Chauveau. Bien que les recherches déjà anciennes de ce savant sur la physiologie des virus aient, comme on sait, exercé une influence considérable sur cette partie de la science, elles n'avaient jamais été, à notre connaissance, aussi heureusement rassemblées et mises en lumière que dans le livre de M. Arloing. Presque toutes les grandes questions qui y sont traitées ont été, de la part de M. Chauveau, l'objet d'expériences remarquables et quelquefois décisives. Il était juste de le rappeler.

Ce n'est d'ailleurs pas un tableau complet de la microbie et de son histoire que M. Arloing a voulu tracer. Son but principal a été d'examiner les problèmes d'hygiène et de pathologie générale qui s'y rattachent. Il étudie successivement les conditions de la contagion, l'influence exercée sur cette contagion par la qualité, la quantité et le mode d'introduction des virus, la propagation de ces agents dans l'économie, les troubles consécutifs des tissus et des humeurs, l'extinction et le réveil des épidémies, les procédés préventifs ou même curatifs que l'état de la science permet de leur opposer. Aux théories toutes récentes sur l'atténuation des virus, l'immunité, naturelle ou acquise, les propriétés dites bactéricides des humeurs, d'une façon générale le mécanisme de la résistance de l'organisme, l'auteur a consacré des développements particuliers.

A vrai dire, parmi les faits consignés dans son livre la plupart sont déjà familiers aux physiologistes. Mais ce qui est nouveau dans l'ouvrage de M. Arloing, ce qui en constitue le vrai mérite et le caractère en quelque sorte original, c'est la critique supérieure qu'il y a mise. Cette critique est celle d'un maître qui a puissamment contribué par ses recherches au progrès de la science. Elle impose la lecture du livre même aux physiologistes les plus versés dans la connaissance des virus.

Cette appréciation de l'ouvrage de M. Arloing serait incomplète, si nous n'ajoutions que, chose assez rare en science, il est remarquablement bien écrit. L. O.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES

DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 4 mai 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. J. **Cels** : Sur une classe d'équations différentielles linéaires ordinaires. — M. H. **Padé** : Sur la convergence des fractions continues simples. — M. **Tarry** pose et démontre un théorème de géométrie relatif au mouvement d'une figure de similitude constante dont deux points parcourent deux droites fixes qui se coupent en point. — M. P. **Gautier** obtient des vis d'une très grande précision en les rodant à travers une série d'écrous, avec interposition d'émeri fin; ces vis sont destinées aux machines à diviser employées dans le tracé des réseaux de la carte photographique du Ciel. — M. H. **de la Goupillière** étudie analytiquement la marche de l'évaporation dans les chaudières de forme quelconque, et inversement, la forme théorique à laquelle répondrait une courbe d'évaporation donnée.

2° Sciences physiques. — M. H. **Wild** annonce qu'il a fait construire à l'Observatoire de Pawlowsk une boussole à induction donnant l'inclinaison avec une très grande précision. — M. G. **Lemoine** a étudié expérimentalement la marche de la réduction par la lumière d'un mélange d'acide oxalique et de chlorure ferrique dans des cuves d'épaisseur et de forme variables; la marche du phénomène répond aux quantités calculées d'après l'absorption que le mélange fait subir à la lumière, absorption que l'auteur avait étudiée dans une précédente communication (27 avril). — M. G. **Hinrichs** : Enoncé d'une loi générale déterminant, en fonction simple de la constitution chimique des corps, les températures de leurs changements d'état sous toutes les pressions. — Etudiant le pouvoir rotatoire des solutions d'acide tartrique dans l'eau, et dans l'eau additionnée de potasse ou de soude, Biot trouvait que la représentation graphique de ses mesures donnait une hyperbole équilatère, et il admettait qu'il se formait des combinaisons en proportion entièrement variables. M. **Aignan**, supposant qu'il s'agit de phénomènes de dissociation, établit que la ligne représentative des valeurs de la rotation doit être constituée par des arcs de courbe se coupant en des points anguleux; les valeurs observées sur les dissolutions d'acide tartrique dans des dissolutions de soude de concentration croissante donnent en effet des points anguleux; un de ces points correspond à trois équivalents de soude, ce qui vérifie l'existence d'une combinaison de la soude avec un groupe alcool de l'acide tartrique. — M. G. **André** a préparé des chlorures doubles ammoniacaux de zinc et de mercure; il a aussi obtenu des combinaisons nouvelles du chlorure mercurique avec l'aniline et la benzylamine. — M. P. **Sabatier** a préparé le séléniure de bore en faisant arriver des vapeurs de sélénium sur le bore amorphe chauffé au rouge; ce corps a pour formule $B^2 Se^3$. — M. A. **Besson** en faisant agir l'acide iodhydrique sec sur le bromure du bore B Br^3 à température élevée a obtenu deux bromoiodures du bore, ainsi que l'iodure de bore par substitution complète. — M. G. **Viard** indique les procédés par lesquels on peut obtenir des chromites basiques de magnésium et de zinc; le cadmium ne fournit qu'un chromite neutre. — M. **de Forcrand** décrit l'érythrate disodique; on ne peut pas obtenir d'alcoolate à trois équivalents de base, mais deux molécules d'hydrate de soude peuvent s'ajouter à la molécule d'érythrate disodique sans substitution de sodium à l'hydrogène. — M. E. **Duvillier** a reconnu que dans la préparation ordinaire des acides amidés de l'acide isovalérique, il se forme de l'acide diméthylacrylique, que l'on peut séparer par la distillation à une phase donnée de la préparation; la formation de ce corps explique les mauvais rendements de cette opération. — M. L. **Barthe** a préparé le méthylcyano-succinate de méthyle et l'éther méthyléthylènetricarbonique.

3° Sciences naturelles. — M. E. **Hédon**, résumant ses expériences sur l'extirpation totale du pancréas chez les chiens, conclut que la glycosurie suit constamment cette opération; mais elle peut être légère et intermittente, et alors l'azoturie, qui est également constante, prend la première place dans les troubles de la nutrition; pendant les périodes où la glycosurie fait défaut, du sucre ajouté à l'alimentation est utilisé en grande partie. — M. H. **Viallanes** a pu, sur des préparations d'œil de langouste, élucider les détails suivants : dans chaque œil élémentaire, les segments du *cône cristalloïde* se rattachent à la membrane basale par un filament fin, chacun des *rhabdomères* de la *rétinule* est en continuité avec le cylindre-axe d'un tube nerveux traversant la membrane basale pour aller (*fibre post-rétinienne*) gagner le ganglion optique; le cône est indépendant de la rétinule. — Chez les *Ptéropodes*, dont la coquille est senestre, l'anatomie interne est dextre; on avait émis l'hypothèse que, chez ces mollusques, l'enroulement sinistrorsum n'est qu'apparent et résulte de l'aplatissement de la spire devenue rentrante. M. **Pelseneer** apporte comme preuve, à cette hypothèse, l'observation que l'opercule, qui est toujours enroulé en sens inverse de la coquille, est senestre et repond par conséquent à une coquille dextre. — M. **Géneau de Lamarlière**, en étudiant plusieurs genres d'Ombellifères à racines renflées, a trouvé tous les termes de passage entre la structure de la racine renflée normale, telle que celle de la carotte, et la structure de la racine de l'*œnanthe*, considérée comme anormale. — M. **Bleicher** a examiné une nouvelle série d'échantillons des roches phosphatées du *Dekma* (département de Constantine); quel que soit leur niveau, toutes ces roches sont riches en débris organiques, dents et ossements de vertébrés ou bien foraminifères et présentent constamment à côté du phosphate une matière minérale verte en écailles. — M. E. **Rivière** signale les débris d'animaux et les instruments de silex qu'il a trouvés dans les gisements quaternaires d'*Eragny* et de *Cergy* (Seine-et-Oise). — M. G. **Capus** a relevé un grand nombre de températures dans le Pamir pendant un mois de printemps; le climat de cette région est remarquable par les écarts énormes et brusques des températures aux divers moments de la journée, l'auteur pense que l'amplitude extrême annuelle est au moins de 120°.

Mémoires présentés : M. **Nicolas de Tourquistanoff** soumet au jugement de l'Académie un « Calendrier vérificateur ». — M. L. S. **Lucas** : Note sur les effets d'une trombe à Issy-sur-Seine.

Séance du 11 mai 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. C. A. **Laisant** : Sur les permutations limitées. — M. **Markoff** : Sur une classe des nombres complexes. — M. F. **Lucas** : Expression du nombre π par une série très convergente. — M. **Haton de la Goupillière**, comme complément à sa communication de la séance précédente, étudie avec la méthode générale indiquée par lui l'abaissement du plan d'eau dans le cas d'une chaudière cylindrique horizontale assez longue pour permettre de faire abstraction des fonds, cas particuliers qui avait été traité en négligeant certains effets complémentaires par M. Guchez. — M. H. **Léauté**, dans des études antérieu-

res, avait indiqué les formules générales permettant d'exprimer d'une façon approchée le mouvement des moteurs hydrauliques dans la période de trouble comprise entre une perturbation brusque et le régime reconstitué ; mais ces solutions ne s'appliquaient qu'à des cas moyens, faisant abstraction des particularités qui différencient les diverses machines motrices. Pour obtenir la solution de la question dans des conditions pratiques données, en prévoyant des écarts exceptionnels, la méthode analytique pure était inapplicable, un grand nombre de ces conditions n'étant données que sous une forme empirique. M. Léauté a eu recours aux procédés graphiques, pour représenter en une seule épure tous les éléments du mode d'action du moteur ; le problème revient alors à l'intégration d'une équation différentielle du premier ordre sous sa forme générale et au tracé d'une courbe qui coupe une série de lignes données sous des angles donnés ; l'auteur fait remarquer qu'il s'agit d'une méthode nouvelle, la Dynamique graphique. — M. P. Vieille a obtenu l'enregistrement des pressions développées dans l'intérieur des canons au moment de l'explosion ; il a adapté au piston d'un crusher un petit tableau enfumé sur lequel trace une lame vibrante ; ces appareils vont être appliqués à l'étude des anomalies de fonctionnement des poudres dans les bouches à feu. — M. M. Brillouin expose les résultats auxquels conduit l'étude des phénomènes de déformation temporaires des corps solides dans le cas où il reste une indétermination ; on en peut tirer une théorie de la plasticité et de la fragilité, les corps solides coulant lorsque le glissement est indéterminé, et se rompant lorsque c'est la densité qui devient indéterminée. — M. Borelly : Observations de la planète (308) (découverte le 31 mars 1891) faites à l'observatoire de Marseille. — M. Fabry : Eléments de la nouvelle planète Borelly (308). — M. Esmiol. Eléments provisoires de la planète (308) Borelly, déduits des observations faites à l'Observatoire de Marseille, les 31 mars, 8 avril et 26 avril 1891. — M. Tacchini : Observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain pendant le 1er trimestre de 1891. — M. J. Perchot : Sur le mouvement du périgée de la Lune.

2° Sciences physiques. — M. C. Raveau examine quelles sont les conséquences de la théorie électro-magnétique de la lumière au point de vue de la surface d'onde dans les cristaux. — M. J. Thomson avait utilisé les oscillations électriques très rapides, telles que les produisent les appareils de M. Hertz pour la mesure de la constante diélectrique du verre ; ses conclusions avaient été attaquées à cause de l'incertitude de la formule donnant le nombre des oscillations. M. R. Blondlot a repris la question par une méthode reposant sur l'emploi d'oscillations très rapides, mais sans formule. Il a obtenu comme M. J. Thomson, une valeur voisine du carré de l'indice de réfraction du verre. — M. L. Péchard a reconnu que l'eau oxygénée exerce sur les tungstates alcalins une action analogue à celle qu'il avait déjà étudiée pour les molybdates ; elle donne des hypertungstates dérivant d'un acide suroxygéné du tungstène. — M. G. Massol, calculant les chaleurs de la neutralisation des acides de la série oxalique, en rapportant tous les corps à l'état solide, montre que la chaleur de neutralisation par la première molécule de base est toujours plus considérable que la chalenr de neutralisation par la seconde, contrairement à ce que l'on observe dans quelques cas en solutions étendues. — M. Berthelot fait remarquer que cet excès de la chaleur dégagée par la première neutralisation sur celle dégagée par la seconde résultait nécessairement de ce fait qu'un acide bibasique s'unit au sel neutre de ce même acide pour former un sel acide, avec dégagement de chaleur. — M. L. Tissier a obtenu le quatrième alcool amylique primaire que prévoit la théorie, l'alcool triméthyléthylique, par la réduction au moyen de l'amalgame de sodium, du chlorure d'acide triméthylacétique ; en faisant agir l'azotite d'argent sur le chlorhydate de triméthyléthylamine, on obtient au contraire un alcool amylique tertiaire connu le diméthyléthylcarbinol. — M. K. de Kroustchoff étudiant un plagioclase d'une roche granitique de l'Altaï au point de vue de la relation entre les propriétés optiques et la composition chimique, a vérifié dans des conditions particulièrement intéressantes la théorie des feldspaths de M. Tschermak.

3° Sciences naturelles. — M. G. Saint-Remy décrit les organes génitaux des *Tristomiens* d'après ses recherches sur cinq genres de cette famille de Trématodes. — M. L. Guignard a montré, dans des recherches antérieures, que les noyaux de l'embryon des végétaux possèdent un nombre de segments chromatiques exactement double de celui de chacun des noyaux sexuels ; recherchant à quel moment ce nombre repasse du double au simple, il a constaté chez le Lis que pour l'organe femelle, cette réduction s'effectue tout d'un coup au moment de la première bipartition de la cellule-mère du pollen et du sac embryonnaire ; les noyaux sexuels sont donc, quant au nombre des segments chromatiques des demi-noyaux, — M. J. Vesque : Les groupes nodaux et les épharmonies convergentes dans le genre *clusia*. — M. Le Moult annonce que les essais de propagation du parasite du ver blanc signalé par lui ont réussi ; la propagation naturelle, s'effectuant vraisemblablement au moyen de la dissémination des spores par le vent, s'est d'ailleurs amplement produite. — MM. Prillieux et Delacroix ont déterminé ce parasite comme un *Botrytis* voisin de celui qui provoque la muscadine du ver à soie ; il peut être aisément cultivé. — MM. M. Bertrand et Zurcher signalent près de Toulon un lambeau de phyllades (schistes précambriens) superposés au Trias ; ils considèrent ce lambeau comme le témoin d'un grand pli couché enlevé par l'érosion. — M. Roussel étudiant les phénomènes de recouvrement qui s'introduisent dans les couches primaires de la partie supérieure de la vallée de l'Ariège, encaissées dans le gneiss, voit dans ces recouvrements non l'effet d'une série de failles, mais le résultat d'une poussée continue déformant un pli synclinal pendant le dépôt des couches. — M. J. Thoulet a observé au moyen d'une série de flotteurs de densités graduées la diffusion de l'eau douce dans l'eau de mer dans un vase au repos ; il a constaté que cette diffusion s'effectue avec une extrême lenteur. — M. L. Vaillant indique, par l'étude d'un point particulier de la côte normande, comment on peut se servir de la distribution des espèces animales sur les rochers pour délimiter les diverses zônes littorales.

Mémoires présentés. — M. Devaux adresse une note sur un nouveau système de moteur hydraulique. — M. Van Weddingen soumet au jugement de l'Académie un mémoire sur la direction des aérostats et un mémoire sur un nouveau mécanisme locomoteur. — M. Arnaud adresse, en réponse à une communication de MM. *Lépine* et *Barral* du 23 février 1891, une note sur le ferment glycolytique du sang. — M. E. François adresse un complément à sa note du 20 avril dernier sur une boussole cadran solaire. — M. Burgal adresse un mémoire sur la gravitation universelle.

L. Lapicque.

ACADÉMIE DE MÉDECINE

Séance du 12 mai 1891.

La suite de la discussion sur la dépopulation a été ajournée à quelques semaines pour supplément d'études. — M. Magitot, à l'occasion d'un mémoire de M. Hallopeau sur une observation de *cocaïnisme chronique*, expose l'histoire complète de la cocaïne, dont l'emploi comme anesthésique a pris une grande extension dans la pratique chirurgicale. Toutefois, à la suite de certains accidents graves ou mortels attribués, à tort ou à raison, à la cocaïne, il s'était élevé contre son

emploi des craintes sérieuses et une certaine réprobation, que M. Magitot, après enquête des faits, déclare ne pas partager. Il termine son rapport par certaines règles d'administration de la cocaïne en chirurgie. Les voici : 1° La dose de cocaïne doit être proportionnelle à l'étendue de la surface à analgésier, elle ne dépassera en aucun cas 8 à 10 centigrammes. 2° Elle ne devra jamais être employée chez les cardiaques, dans les affections chroniques des voies respiratoires et chez les névropathes. 3° On devra éviter son introduction dans les veines, 4° L'injection devra toujours être pratiquée chez un sujet *couché*, sauf à le relever ensuite s'il s'agit d'une opération sur la tête ou dans la bouche. 5° La cocaïne devra être d'une pureté absolue, certains mélanges avec d'autres alcaloïdes étant d'une nature particulièrement toxique. 6° L'introduction de la cocaïne devra être fractionnée de manière qu'une première injection, servant d'épreuve, soit suivie d'un temps d'arrêt de quelques minutes. 7° Ainsi employée d'une façon graduée et méthodique, la cocaïne présente sur le chloroforme, l'éther, etc., de grands avantages, et la durée de l'effet anesthésique est toujours suffisante pour permettre d'entreprendre toutes les opérations de la chirurgie ordinaire. — M. **Constantin Paul** : Rapport sur un mémoire de M. le Dr Magnant sur le traitement de la tuberculose par l'inhalation d'air surchauffé.

Ont été élus correspondants nationaux MM. **Farge** (Angers) et **Duché**.

Séance du 19 mai 1891.

M. **Robin** : La balnéation chlorurée sodique, ses effets sur la nutrition, les nouvelles indications. L'auteur étudie l'action physiologique de la balnéation chlorurée sodique et en déduit les lois générales suivantes au point de vue clinique : 1° La balnéation chlorurée sodique reconnaît comme indication majeure tous les états morbides dans lesquels il y a hypoazoturie, c'est-à-dire diminution des échanges azotés. 2° L'amoindrissement des oxydations azotées constitue la deuxième indication. 3° La troisième indication générale relève de l'action d'épargne, exercée par la balnéation chlorurée sodique sur les tissus riches en phosphore et sur ceux qui sont à la fois riches en azote et en phosphore. — M. **Proust** : Mesures de prophylaxie prescrites en 1890 contre le choléra en Espagne. — M. **Gariel** : De la transparence de certaines tumeurs. La translucidité absolue pouvant exister avec la présence, dans la tumeur, d'un corps complètement opaque; l'auteur fait connaître un moyen simple de faire apparaître l'ombre de ce corps qui n'est pas visible par l'éclairage ordinaire, et, par suite, de mettre en évidence sa présence dans la tumeur.

SOCIÉTÉ DE BIOLOGIE

Séance du 9 mai 1891.

M. **Laulanié** signale la néphrite et l'hépatite qu'il a vues constamment à la suite de la thyroïdectomie chez le chien ; ces altérations ont le caractère d'inflammations toxiques ; les urines contiennent des sels biliaires et leur toxicité est fortement augmentée. — M. **Retterer** a constaté chez le fœtus d'un grand nombre de mammifères que le cloisonnement du sinus urogénital pour former le vagin s'effectue suivant un mode analogue à celui qu'il a décrit pour la femme. — M. **A. Pilliet** décrit l'estomac d'un *pangolin* (Edentés); cet estomac comprend deux poches, dont la première correspond aux trois premières poches d'un ruminant, et dont la seconde constitue l'estomac vrai. — M. **d'Arsonval**, observant les contractions d'un muscle de grenouille au moyen d'une membrane vibrante attachée à son tendon, a constaté que l'action d'une lumière intense privée de ses rayons thermiques et agissant périodiquement, produit un son dont la hauteur répond au nombre d'excitations lumineuses; la lumière excite donc le muscle, mais d'une façon trop faible pour que les mouvements soient directement perçus. — M. **d'Arsonval** a fait de nouveaux essais démontrant la décomposition de sels minéraux et des urates par l'acide carbonique à haute pression. — M. **Ch. Feré** rapporte un cas de sialorrhée paroxystique précédant des attaques épileptiformes chez un paralytique général. — M. **P. Mégnin** a trouvé l'intestin d'une Mouette entièrement obstrué par l'*Holostomum platycephalum*. — M. **P. Megnin** a rencontré dans des déjections de Loutre des embryons de l'*Echinorhynchus proteus* en très grand nombre. — M. **L. Mandereau** a reconnu que l'humeur aqueuse contient toujours des bacilles chez les bovidés tuberculeux ; il propose l'examen de cette humeur comme moyen de diagnostic hâtif de l'infection. — M. **R. Blanchard** détermine comme *Tænia gracilis* une forme jeune de Cestode trouvée par M. Th. Scott chez un Ostracode, le *Candona rostrata* ; c'est donc par l'intermédiaire de ce crustacé que s'infecteraient les canards. — M. **A. Gilbert** et **J. Girode** rapportent un cas de péritonite suppurée chez un cobaye, après injection sous-cutanée de culture du bacille d'Eberth ; ce bacille se retrouvait seul dans le pus.

Séance du 16 mai 1891.

M. **J. Héricourt** et **Ch. Richet** ont continué leurs recherches sur l'immunité contre la tuberculose aviaire que produit chez le lapin le sérum du sang de chien. Le sérum des chiens ayant reçu des inoculations inefficaces donne une immunité certaine contre les cultures médiocrement virulentes, s'il est injecté avant l'infection; il en est de même du liquide qui s'accumule dans le tissu sous-cutané des chiens au point où a été pratiquée une inoculation tuberculeuse ; ces liquides injectés au lapin après l'inoculation du virus, en favorisent au contraire l'action. — M. **Ch. Féré** rapporte un cas de suppression de la sécrétion lactée à la suite d'un accès d'épilepsie. — M. **Marfan** signale comme un symptôme constant et précoce de la phtisie pulmonaire, un abaissement notable de la tension artérielle, mesurée sur l'artère radiale par le sphygmomanomètre de Potain. — Mme **Eliachef** a étudié les substances non dialysable des urines humaines, chez des individus sains et chez des fiévreux ; au point de vue de la composition chimique, le résidu non dialysable se distingue dans le second cas par la plus forte proportion d'oxygène et d'azote ; au point de vue physiologique, il est bien plus toxique ; 10 centigrammes tuent rapidement un lapin, qui succombe tardivement à 25 centigrammes du résidu de l'urine normale ; l'auteur s'est injecté à elle-même sous la peau 1 centigramme de chaque extrait ; le premier n'a eu aucune action, le second a produit un état fébrile. — M. **Ch. W. Stiles** a étudié l'embryologie des Linguatules sur des échantillons de *Pentastomum proboscideum* recueillis par lui dans les voies respiratoires d'un boa, il a réussi à faire développer les œufs et se produire des kystes chez la souris. — M. **A. Souques** a examiné le champ visuel dans la maladie de Basedow et il ne l'a trouvé rétréci en aucun cas. — M. **A. Charpentier** qui avait déjà communiqué des expériences tendant à démontrer que l'impression lumineuse se propage à la surface de la rétine sous forme d'ondes signale la production de franges d'interférence dans le cas de déplacement sur fond noir d'un point lumineux à éclat périodique, avec une vitesse convenable ; ces expériences assignent à l'onde rétinienne une période d'environ 1/30 de seconde. — M. **Nepveu** a obtenu de bons résultats dans le traitement de l'angine diphtéritique par les injections du sublimé dans les amygdales, le voile du palais et les ganglions du cou. — M. **L. Guignard** : Sur la constitution des noyaux sexuels chez les végétaux (Voir Comptes-rendus, 11 mai). — M. **Remy Saint-Loup** a obtenu les premières phases du développement de l'œuf de la poule, extrait de sa coquille et réintégré dans une coquille de verre. — M. **G. Grigorescu** indique une méthode de diagnostic des myélites reposant sur la détermination du temps

de réaction aux divers points du corps. — A propos de la note de M Laulanié (séance précédente), M. **Gley** rapporte qu'il a constaté une augmentation de la toxicité urinaire chez les chiens thyroïdectomisés, mais moindre que l'augmentation relatée par M. Laulanié.

Séance du 23 mai 1891.

M. **Albarran** présente un travail sur la tuberculose rénale ascendante. — M. **Laveran** signale l'existence dans le sang de l'alouette d'hématozoaires très voisins de ceux du paludisme. — M. **Depoux** présente un malade qui avait offert la plupart des symptômes de l'ataxie, et qui a été considérablement amélioré par des injections de suc testiculaire. — M. **Dejerine** pense qu'il s'agissait d'un pseudo tabes hystérique. — M. **Babinski** rappelle qu'il a présenté des cas de tabes vrai guéris. — M. **Laveran** rapporte avoir examiné autrefois le malade en question, qui avait une démarche ataxique typique, et qui fut réformé pour ce fait du service militaire. — M. **Déjerine** accorde que les symptômes de l'ataxie peuvent cesser d'évoluer, par fois même subitement, comme lorsque le tabétique devient aveugle, mais le diagnostic du tabes vrai est souvent difficile à établir pendant la vie. — M. **Brown-Séquard** fait observer que le malade qui fait l'objet de la discussion ne présente aucun stigmate hystérique. MM. **Féré** et **Demantké** ont constaté que la marche abaisse peu à peu la voute plantaire, qui reprend sa cambrure par le repos. — M. **d'Arsonval** indique un dispositif, consistant dans l'emploi d'un condensateur en dérivation sur le fil enduit d'une bobine, pour obtenir une décharge lente de l'électricité, capable d'exciter la fibre musculaire à l'exclusion des éléments nerveux. — M. **Morau** a étudié les modifications qui se produisent chez les rongeurs dans l'épithélium tubo-ovarique à l'époque de la ponte ovulaire. — M. **Vigouroux** : Influence des variations de la force électro-motrice sur les effets physiologiques des courants continus.

L. Lapicque.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYSIQUE

Séance du 15 mai 1891.

M. **Moureaux** signale une curieuse anomalie magnétique dont il a constaté l'existence dans les éléments relatifs au bassin de Paris. Dans cette région, les courbes isogones sont loin d'avoir la régularité qu'on leur attribue dans les cartes ordinaires. Elles présentent un plissement très considérable comme si elles étaient brusquement repoussées dans une direction qui part de Rouen pour se diriger vers Sancerre. Cette constatation résulte de plusieurs centaines de déterminations fort précises effectuées par l'auteur dans toute cette région, en des stations toutes très voisines les unes des autres. Au point de vue des déviations de l'aiguille aimantée, les choses se passent comme s'il existait là un pôle sud. La nature de ce pôle est confirmée par les perturbations correspondantes dans la composante horizontale et l'inclinaison. La même anomalie s'observe sur les côtes d'Angleterre, et ne s'éteint que dans le voisinage d'Oxford. Dans toute la région soumise à cette perturbation, la géologie n'a pas constaté jusqu'ici l'existence de roches magnétiques, même aux profondeurs des puits artésiens. Est-ce là une indication nouvelle relative aux couches plus profondes de l'écorce terrestre, ou ne serait-ce pas dû à l'influence exercée par une faille connue sur les courants telluriques ? L'explication définitive est encore prématurée. — M. **Hospitalier** présente un dispositif simple pour obtenir la réalisation des lignes de force électrostatiques par des fantômes analogues aux spectres magnétiques. Dans un cristallisoir, on verse une couche de quelques centimètres d'essence de térébenthine bien desséchée, tenant en suspension de petits cristaux de sulfate de quinine, qui joueront le rôle de la limaille. Ce choix a déjà été indiqué par M. Schapman, d'Adélaïde. Pour porter deux points du liquide à des potentiels différents, on y fait arriver des tiges conductrices reliées aux deux pôles d'une machine électrostatique. Les lignes de force se dessinent aussitôt avec la plus grande netteté. On peut varier les apparences de diverses manières, par exemple en plaçant dans le liquide un anneau métallique qui produit une ligne équipotentielle avec zone inactive à l'intérieur. Ce sont là des expériences de cours qui réussissent sans diffit culté. — M. **Mascart** signale à ce propos un autre procédé qu'il emploie depuis longtemps avec succès ; il consiste à coller sur une plaque de verre deux lames métalliques constituant les deux pôles et à laisser tomber d'une certaine hauteur sur la plaque des poils de brosse coupés en très petits morceaux. — M. **d'Arsonval** indique un nouveau procédé de stérilisation des liquides organiques. Dans ce procédé, qui permet aussi le filtrage du liquide, et même la séparation fractionnée dans le cas de liquides complexes, la stérilisation est obtenue à froid, à la température ordinaire, ce qui évite de recourir aux autoclaves et offre le précieux avantage de ne pas coaguler les substances albuminoïdes. Le liquide est placé dans un tube résistant et reçoit au moyen d'une bouteille à acide carbonique liquide reliée au tube, une pression de 25 à 40 atmosphères. Au bout d'une demi-heure, les germes les plus réfractaires sont tués sans retour. De plus, dans le cas des liquides provenant de tissus de l'organisme, pour lesquels l'appareil a été spécialement conçu, l'acide carbonique outre ses propriétés bactéricides, présente l'avantage de ne pas altérer la composition de ces liquides, car c'est le gaz normalement en contact avec les tissus, puisque les éléments anatomiques vivent dans la lymphe qui en est saturée. La filtration se produit en disposant à la partie inférieure, au lieu d'un bouchon plein, un obturateur muni d'une bougie filtrante du système Chamberland. La nature de la porcelaine importe, elle doit être très riche en alumine, mais presque exempte de matières vitrifiables. Dans la filtration les divers constituants d'un liquide complexe passent à des pressions différentes, de sorte qu'en graduant la pression, on arrive à une véritable séparation. On peut isoler ainsi la peptone de l'albumine et séparer les divers ferments du liquide pancréatique. Enfin M. d'Arsonval a été amené à une importante constatation au point de vue chimique. A ces fortes pressions, l'acide carbonique devient capable de déplacer les acides chlorhydrique, bromhydrique, dans les chlorures et bromures de sodium et de potassium.

Edgard Haudié.

SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE PARIS

Séance du 22 mai 1891.

M. **Couturier** a déterminé les constantes d'éthérification de l'alcool pinacolique et a trouvé les nombres correspondants à un alcool secondaire. Vitesse initiale 16,64 ; limite 50,51. Le bromure pinacolique préparé en saturant à 0° l'alcool pinacolique par l'acide bromhydrique est un solide fusible vers 24° à 25° ; il donne par la potasse alcoolique ou la potasse sèche deux carbures isomériques C^6H^{12} : le pseudobutyléthylène $(CH^3)^3 \equiv C - CH = CH^2$ et le tétraméthyléthylène $(CH^3)^2 = C = (CH^3)^2$. Le premier de ces carbures donne un bromure liquide $C^6H^{12}Br^2$; et son oxydation par le permanganate de potassium conduit au glycol $(CH^3)^3 \equiv C - CHOH - CHOH$ bouillant à 197°. Le tétraméthylène traité de la même manière régénère la pinacone ; combiné à l'acide hypochloreux il donne une chlorhydrine qui traitée par la potasse sèche conduit à l'oxyde de tétraméthyléthylène. Le bromure pinacolique traité par l'ammoniaque aqueuse à 100° ne donne pas d'amine, mais seulement le tétraméthyléthylène ; la transposition moléculaire est complète, et la forme symétrique paraît être la plus stable pour les hydrocarbures dérivés de la pinacone. — M **Maquenne** montre que la réaction de M. E. Fischer permet un dosage approximatif des sucres, un même poids de di-

vers sucres chauffés avec de la phénylhydrazine donne des poids d'ozazones très différents. — M. **Maquenne** a préparé d'assez grandes quantités de tréhalose, il en a préparé l'octacétine ; et en appliquant la réaction précédente, pu démontrer qu'il se dédouble en deux molécules de glucose. — M. **Haller** rappelle qu'en traitant les deux éthers acétylacétiques monochlorés par le cyanure de potasssium, il a obtenu deux éthers cyanacétylacétiques différents, dont l'un deux l'a conduit à une nouvelle synthèse de l'acide citrique. Au contraire l'éther acétylacétique monobromé ne donne par le cyanure de potassium que de l'éther succinylsuccinique. — M. **Haller** a étudié l'action des alcoolates de sodium sur le camphre et le camphre cyané, à de hautes températures ; il se forme des composés dérivant de ces corps par addition d'une molécule de l'alcool employé. M. Haller admet qu'il y a rupture du noyau aromatique et formation d'un carboxyle aux dépens du carbonyle du camphre. En traitant le produit obtenu avec le camphre cyané par l'acide chlorhydrique on obtient un acide bibasique comme l'acide camphorique ; et comme cela arrive, ainsi que l'a montré M. Friedel pour cet acide, les deux éthers monoéthyliques sont différents. M. Haller qui admet dans tous ces composés l'existence de deux carboxyles pense que cette différence est due à ce que ces deux carboxyles sont liés à des résidus différents et croit que c'est là un fait général, que des déterminations thermochimiques, qu'il n'a pas encore pu faire, mettront sans doute en évidence. — M. **Friedel** fait remarquer que l'existence des deux carboxyles n'est pas démontrée et que les observations de M. Haller sont facilement expliquées par les formules proposées par M. Friedel pour les acides camphoriques, formules qui ne contiennent qu'un carboxyle et un oxhydryle rendu acide par le voisinage de groupements électro-négatifs. — M. **A. Combes** dit que les données thermochimiques connues ne permettent pas d'admettre l'interprétation de M. Haller, les chaleurs de neutralisation de l'acide acétique et de l'acide benzoïque, par exemple, étant identiques. — M. **Van' T Hoff** a cherché une explication des anomalies que présente la loi de M. Raoult, dans le cas où on obtient un abaissement du point de congélation inférieur à celui que prévoit la théorie ; ce fait se présente quand on opère sur : 1° le tiophène, en employant le benzène comme dissolvant ; 2° le métacrisol, avec le phénol comme dissolvant ; 3° l'antimoine avec l'étain comme dissolvant ; 4° le β naphtol avec le naphtalène comme dissolvant ; et a trouvé que pour le premier, le troisième et le quatrième cas, cette anomalie est due à ce que les premiers cristaux du dissolvant qui se forment entraînent une quantité d'eau mère qui appauvrit la dissolution du corps que l'on examine. Il a mis ce fait en évidence en employant une troisième substance soluble dans le dissolvant : l'iode dans les cas 1, 2 et 4, l'argent dans le troisième. Cette explication est vérifiée très exactement pour le premier, le troisième et le quatrième cas ; elle ne paraît pas s'appliquer au second. — M. **Bertrand** a étudié les colorations que donne une solution chlorhydrique de résorcine sur certains sucres et trouvé qu'elle est due à l'action qu'exerce ce réactif sur les furfurols qui prennent naissance dans cette action ; il a expérimenté avec l'isoldulcite et le méthylfurfurol, l'arabinose et le furfurol.

A. Combes.

SOCIÉTÉ MATHÉMATIQUE DE FRANCE

Séance du 20 mai 1891

M. **Félix Lucas** montre le parti qu'on peut tirer du théorème de Green sur le flux de force dans l'étude des fonctions d'une variable imaginaire, grâce à une interprétation mécanique convenable de certains éléments analytiques liés à ces fonctions. Il démontre, en particulier, par cette voie, le théorème de Cauchy sur les zéros des fonctions algébriques et entières, en n'y faisant intervenir que la notion du module. — M. **Bioche** : Sur les systèmes de courbes transformées homographiques les unes des autres dans l'espace. Condition pour qu'il y ait sur une surface une famille de courbes homographiques. Cas des lignes asymptotiques des surfaces réglées. — M. **Fouret** présente de la part de M. **Godefroy** une note sur la relation entre les rayons de courbure des développées de deux courbes transformées l'une de l'autre par rayons vecteurs réciproques. — M. **Fouret** fait connaître une formule nouvelle qui permet de calculer par voie récurrente les réserves successives des Assurances sur la vie. — M. **d'Ocagne** indique une construction par points et tangentes des cubiques cuspidales (unicursales de la troisième classe), lorsqu'on connaît les points de rebroussement et d'inflexion avec les tangentes en ces points. — M. **Appell** adresse une Note où il signale, en coordonnées elliptiques, une forme générale de fonction de force satisfaisant à l'équation de Jacobi et conduisant à de nouveaux problèmes de mouvement d'un point attiré suivant la loi de Newton, dont la solution peut se ramener aux quadratures.

M. d'Ocagne.

SOCIÉTÉS MARITIMES SCIENTIFIQUES

INSTITUTION OF NAVAL ARCHITECTS.

Session 1891.

M. **A. F. Yarrow.** *Sur la construction des chaudières à tirage forcé.* — On sait que l'étanchéité du faisceau tubulaire constitue l'une des plus grandes difficultés que l'on ait à surmonter dans les chaudières à haute pression. La recherche des véritables causes des fuites de vapeur, et des moyens d'y remédier forme l'objet de cette communication de M. Yarrow, l'éminent constructeur de torpilleurs. Après quelques remarques sur la qualité des tubes, qui doivent être d'un métal aussi ductile que possible, et soigneusement recuits aux extrémités de façon à supporter l'aplatissement ou le pliage sans se fendiller, il étudie la *disposition générale des tubes* et leur *ajustage dans les plaques*. Les tubes doivent être parfaitement droits, ou, s'ils sont infléchis, leur courbure devra être la même pour tous, en vue d'assurer une élasticité uniforme. L'épaisseur du bout du tube sera régulière, afin qu'il soit également comprimé sur tout son pourtour par l'*expander*, outil spécial servant à renfler le tube et à le serrer dans son logement. Enfin le métal doit être décapé et sa surface parfaitement nette pour mieux adhérer au métal de la plaque. Un point important trop souvent négligé, c'est que la forme de l'expander corresponde exactement à celle des trous : que ceux-ci soient coniques ou cylindriques, il doit en être de même de l'outil. Il est indispensable que la pression soit régulière sur toute la surface. M. Yarrow décrit en passant un expander de forme spéciale dont il se sert avec succès : les rouleaux, terminés par deux renflements, compriment le tube dans l'épaisseur de la plaque et forment en même temps un épaulement de chaque côté. Au point de vue de la main-d'œuvre, l'habitude de dudgeonner les tubes de proche en proche est nuisible à la plaque qui est ainsi soumise à des efforts locaux considérables. Il est bon de ne travailler que 3 ou 4 tubes voisins, et de passer à une autre région. Certains constructeurs vissent les tubes dans les plaques : c'est un procédé défectueux qui ne supprime pas les fuites et qui complique les réparations. Les bagues sont aussi peu efficaces : leur seule utilité est d'opposer une résistance aux courants de flamme trop impétueux qu'elles régularisent. M. Yarrow a depuis plusieurs années supprimé les *tubes-tirants* qui, plus rigides que les autres, ne travaillent pas d'ensemble ; d'ailleurs la tenue des tubes ordinaires est amplement suffisante. — Les tirants du foyer font fuir les tubes en empêchant la plaque de tête de se dilater librement. L'auteur a même réussi à faire

cesser des fuites, en faisant passer les tirants au travers de presse-étoupes qui leur laissaient du jeu lorsque les feux étaient poussés. Il recommande donc de ne pas placer de tirants trop près du bord de la plaque de tête, et d'amincir le bord tombé de cette dernière. On peut même infléchir les tirants dont les effets de dilatation ne portent plus dès lors sur les plaques. En un mot, on doit chercher par tous les moyens possibles à assurer l'élasticité de toutes les parties. L'*écartement des tubes* sera réglé de manière à faciliter le renouvellement de l'eau au contact de la surface de chauffe, et à empêcher la vapeur de rester emprisonnée, surtout au voisinage de la plaque de tête. Avec des tubes de 50 mm. et pour une combustion de 400 à 500 k. par mètre carré de grille et par heure, il faut au moins 25 mm. d'intervalle. Quant à la longueur des tubes, elle doit être en rapport avec leur diamètre pour qu'ils aient l'élasticité nécessaire. Les tubes trop gros ou trop courts doivent donc être rejetés comme étant trop rigides. — En étudiant expérimentalement les *déformations des tubes* pendant toutes les périodes de la chauffe, M. Yarrow a constaté que ceux de la rangée supérieure se courbent les premiers, puis graduellement, de haut en bas, ceux des autres rangées. Leur courbure est alors très accentuée, car les plaques sont encore fixes. Mais quand la pression en s'élevant commence à agir sur celles-ci, les tubes, soumis à une traction se redressent, et à 11 k. environ la courbure a totalement disparu. De là, la nécessité de pourvoir largement à la dilatation. Les efforts auxquels est soumis le corps de la chaudière pendant la mise en pression sont également bien plus considérables que ceux qui s'exercent en pleine marche. En vue de réduire cette fatigue l'auteur a essayé avec succès de faire le plein de la chaudière au début, et de laisser l'eau s'écouler par le bas jusqu'à ce qu'elle reprenne son niveau normal, au fur et à mesure de l'élévation de température. La partie supérieure de l'enveloppe s'échauffe ainsi dès le commencement, et en même temps l'eau froide des fonds est expulsée. Dans la période de refroidissement, les efforts sont moindres et d'une nature toute différente. Mais, d'une façon générale, il faut éviter les brusques changements de température, et en particulier, il est mauvais de mettre bas les feux trop précipitamment. — Les plaques sont d'ordinaire recuites après que les bords ont été rabattus ; il serait désirable d'attendre que les trous y aient été percés, en laissant une légère épaisseur à aléser après coup. La limitation du tirage, généralement imposée au constructeur, est funeste aux chaudières ; car la plus grande résistance offerte à l'air étant celle de son passage à travers le faisceau tubulaire, on se voit souvent forcé d'augmenter le diamètre ou de réduire la longueur des tubes, ce qui diminue leur élasticité. Il serait préférable de limiter la température du foyer en limitant la combustion, et de fixer le tirage convenant à cette combustion et à chaque chaudière en particulier. — La *tenue d'un tube* ou la pression qui s'exerce entre lui et la plaque, résulte de leur élasticité collective mise en jeu d'un coté par l'expansion du tube, de l'autre par la compression des bords du trou. On augmentera cette tenue en ne se contentant pas de dudgeonner le tube, mais en le chassant de force dans la plaque avant de le distendre. On voit en outre que lorsqu'arrive un courant d'air froid, le tube, plus mince, se contracte plus vite que la plaque et peut donner lieu à une fuite ; par suite il y a intérêt à réduire l'épaisseur des plaques autant que le permettent les conditions de leur résistante, afin de rapprocher leur élasticité de celle des tubes dont elles ont à suivre les déformations. — Les plaques à tubes ont leurs deux faces soumises à des températures extrêmement différentes ; il en résulte pour elle une tendance à se courber sous l'influence de dilatations inégales, et les efforts alternatifs provoqués par des variations de température incessantes, chaque fois que l'on ouvre ou que l'on ferme la porte du foyer, leur font subir des déformations permanentes. En même temps, les trous s'ovalisent, favorisant les fuites. Ici encore une plaque mince, étant sujette à de moindres efforts moléculaires, aura l'avantage sur une plaque épaisse. M. Yarrow pense que c'est une erreur de donner aux plaques plus de 12 mm. On pourrait, selon lui, descendre jusqu'à 9 mm., épaisseur encore suffisante pour la tenue des tubes et pour la solidité de la plaque que leur faisceau entretoise déjà efficacement. — Pour la *distribution des trous*, M. Yarrow recommande la disposition en quinconces, comme affaiblissant moins les plaques et répartissant mieux les efforts. — Pour le choix du *métal des plaques*, on se guidera sur la moindre propension à fléchir sous l'action de températures inégales aux deux faces. A cet égard le cuivre est bien supérieur à l'acier, car bien que se dilatant davantage, dans la proportion de 3 à 2, le cuivre possède en revanche une conductibilité 6 fois plus grande que l'acier, et sa déformation est moindre. D'ailleurs l'action galvanique que l'on pourrait redouter entre les deux métaux ne s'est jamais manifestée. M. Yarrow, se basant sur l'expérience de plusieurs années, se prononce donc en faveur du cuivre pour les boîtes à feu. La conclusion de cette étude, c'est que les fuites provenant de déformations permanentes dues aux efforts exagérés que subissent certaines parties des chaudières du type locomotive, il y a lieu de rechercher par dessus tout l'*élasticité* dans l'ensemble de leur construction.

L. Vivet.

SOCIÉTÉ ROYALE DE LONDRES

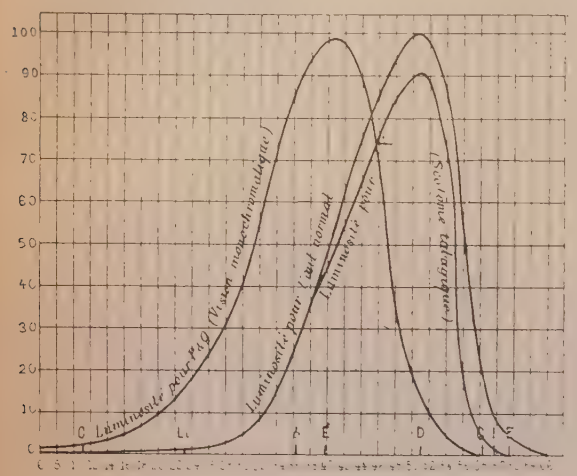
Séance du 14 mai 1891. [1]

1° Sciences mathématiques. — **M. J. Lannor** fait une communication sur la théorie des machines électrodynamiques.

2° Sciences naturelles. — **M. W. de Wabney** fait une communication sur l'examen du sens de la couleur dans un cas de scotome (Tobacco Scotoma) et deux cas d'achromatopsie anormale. Les trois sujets ont été examinés à divers points de vue : aptitude à distinguer les couleurs, aptitude à apprécier la luminosité des diverses parties du spectre, sensibilité à la lumière. On a recherché sur le premier sujet quelle était l'étendue des sensations de couleur sur la rétine. Ce sujet que nous désignerons du nom de X., était atteint d'une amblyopie assez grave due à l'usage du tabac. Le scotome était très marqué et la perte du sens des couleurs était très complète. De nombreuses expériences ont établi que X. avait complètement perdu la perception du rouge et du vert dans la partie centrale de la rétine. Une lumière rouge et une lumière verte placées l'une à côté de l'autre lui semblaient toutes deux blanches. Grâce à des appareils spécialement construits à cet effet. (V. *Phil. Transact.* 1886-1889) on a pu juxtaposer à une bande de lumière blanche des bandes colorées d'égale luminosité prises dans les diverses régions du spectre. On a pu déterminer ainsi l'aptitude de X. à apprécier la luminosité des diverses teintes. La courbe ci-jointe indique les résultats qu'on a obtenus. Les deux autres sujets qui ont été examinés étaient frères, nous pouvons les désigner sous les noms de P et de Q. Ils ont de la couleur une perception monochromatique. Ils appellent bleu le rouge, et rouge le bleu ou le vert, ils ne distinguent pas en réalité les couleurs. Les courbes de luminosité sont presque identiques dans les deux cas ; aussi n'en a-t-on donné qu'une seule dans la figure ci-jointe. Cette courbe est semblable à l'une des courbes des sensations fondamentales de couleur de Helmholtz et Young. Elle est très remarquable et montre que chez les deux frères une excitation très intense est produite

[1] Il n'y a pas eu de séance le 7 mai.

par les rayons bleus du spectre qui leur apparaît comme étant d'une seule couleur. Le maximum de luminosité est environ en E, mais c'est au voisinage de F que l'intensité des sensations lumineuses s'écarte le plus de l'intensité normale, cette région est en effet huit fois plus lumineuse que pour un œil normal. Aussi les sujets P et Q ont-ils un grand avantage sur les observateurs normaux pour l'observation des raies peu marquées (*faint lines*) qui sont situées dans la



partie bleue du spectre. En résumé l'un des malades ne perçoit dans la partie centrale de la rétine que le blanc et le bleu ; les deux autres ne perçoivent qu'une seule couleur, leurs sensations visuelles sont monochromatiques. — M. **W. de Wabney** fait une autre communication sur la limite de visibilité des différents rayons du spectre. Il a institué des expériences pour déterminer cette limite et pour déterminer aussi en quel rapport elle se trouve avec la luminosité d'une lampe à l'acétate d'amyle située à un pied d'un écran. Il a constaté que les rayons de longueur d'onde λ 4770 environ sont les plus persistants. Il est donc aisé de comprendre que dans l'étude spectroscopique d'une lumière de faible intensité, on doit découvrir tout d'abord les rayons bleus et verts ; et qu'il peut exister dans le jaune et le rouge des rayons de plus grande intensité sans qu'ils affectent le sens de la vue. Ce fait peut rendre compte de quelques résultats singuliers donnés par l'examen spectroscopique de sources lumineuses de faible intensité ; les raies jaunes et rouges font défaut dans ce cas ; c'est ainsi que par exemple on n'a jamais vu dans le spectre d'une nébuleuse la raie C de l'hydrogène, bien que la raie F (dans le bleu) soit d'ordinaire très visible. — M. **H. G. Seeley** présente à la société les nouveaux résultats de ses recherches sur la structure, l'organisation et la classification des reptiles fossiles. Il communique des observations nouvelles sur le *Pareiasaurus*. Il distingue au point de vue de la faune cinq zones dans les roches de Karoo ; il les désigne en partant de la plus profonde sous les noms de Mesosaurienne, Pareiasaurienne, Dicynodontienne, Theriodontienne, et Zanesodontienne. La zone pareiosaurienne s'étend de la station de Prince Albert Road aux montagnes de Nieuwveld. M. S. a reçu un squelette presque entier de Bad (à l'est de Tamboer), et des portions de squelette d'autres localités. Les seuls points qui restent obscurs, ce sont certains détails du tarse et du carpe et le nombre des doigts. L'examen des pièces montre qu'aucun caractère des dents ni des machoires ne permet de distinguer l'Anthodon du Pareiasaurus, et que le genre Propappus est probablement un genre imaginaire, qu'on a constitué en se basant uniquement sur les caractères d'un fémur.

Richard A. Grégory.

SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES

Séance du 17 avril 1891.

VISITE DE LA SOCIÉTÉ DE PHYSIQUE DE LONDRES A CAMBRIDGE

Le 9 courant la Société a rendu visite à l'antique Université située sur les bords de la Cam. Réunis à la gare de Liverpool Street, les membres et les visiteurs au nombre d'une centaine (un grand nombre de dames étaient de la partie) ont pris place dans des wagons-salons, et sont partis à 11 heures précises. Reçus à Cambridge par les membres de la Société, ils ont pris part à un lunch servi au collège Emmanuel à 1 heure ; puis à 2 heures la séance de la Société s'est tenue dans la salle de lecture du laboratoire Cavendish. Après la séance visite au laboratoire où sont exposés entre autres appareils, un tube vide étincelant de 50 pieds de long, du professeur J. J. Thomson, le pont pneumatique de M. Shaw, et les nouveaux condensateurs à lame d'air que M. Glazebrook emploie comme étalons. On voit encore les bobines et les appareils dont lord Rayleigh s'est servi pour la détermination de l'ohm, une collection d'instruments ayant appartenu à Maxwell et les résistances étalons de l'Association britannique avec le cadre tournant et l'électrodynamomètre historiques qui ont servi à déterminer l'unité B.A... On a pris le thé dans la salle de réunion du collège de la Trinité, et à 8 heures, la plupart des visiteurs ont repris l'express, enchantés de leur promenade, tandis que quelques autres restaient jusqu'au lundi pour pouvoir se livrer à d'intéressantes conversations scientifiques avec les savants de Cambridge. A la séance, ont été faites les communications suivantes : « Quelques expériences sur les décharges électriques dans les tubes vides », par M J. J. **Thomson** : Les phénomènes que présentent les tubes vides sont compliqués par la présence des électrodes ; aussi l'auteur a-t-il provoqué la décharge dans des tubes fermés sans électrodes par induction électromagnétique. Une bouteille de Leyde donne des décharges oscillantes, qui passent dans des tubes de verre remplis de mercure et ces tubes constituent le circuit primaire, le tube vide jouant le rôle de circuit secondaire. Entre autres résultats à signaler, l'auteur observé que la conductibilité du tube vide croît quand la pression diminue jusqu'à une certaine limite, pour diminuer ensuite, ce qui prouve que la grande résistance du vide presque parfait ne tient pas à la présence des électrodes. La décharge paraît se produire plus aisément quand il n'y a, pour ainsi dire, qu'une chaîne de molécules de même espèce. En ajoutant quelques traces de mercure on supprime la décharge, bien que la conductibilité du mercure soit très supérieure à celle du vide. — Quelques expériences sur la vitesse des ions par M. **Whetham**. Quand le courant passe dans un vase contenant deux électrolytes diversement colorés, on peut suivre avec le temps le déplacement de la surface de séparation. On peut prendre une solution aqueuse de chlorure de cobalt, qui est rose et une solution alcoolique du même sel qui est bleue. Deux solutions aqueuses de chlorure cuivrique et de sel ordinaire mises dans un tube en U, on voit la ligne de séparation se déplacer de 7 pouces en 3 heures. Les résultats qu'on déduit de ces recherches concordent sensiblement avec ceux de Kohlrausch. — « Sur la résistance de quelques étalons de mercure » par M. **Glazebrook**. Trois étalons de résistance en mercure fournis en 1885 par M. Benoît et représentant l'ohm du congrès de Paris, ont été étudiés de nouveau, et comparés aux étalons de l'Association britannique. Dans les limites des erreurs d'expériences les étalons sont restés invariables pendant ces six années. — « Sur un appareil pour mesurer la compressibilité des liquides » par M. **Skinner**. C'est une large bouteille sphérique terminée par un col étroit, permettant d'apprécier les variations de volume avec une sensibilité telle qu'une

variation d'un demi-millionième se traduit par un déplacement du niveau liquide de 1 centimètre dans le col. Le coefficient de compressibilité, mesuré à diverses températures, diffère peu de celui de Tait et des autres auteurs. L'influence des sels en solution a été étudiée, et l'on a trouvé une grande différence entre les électrolytes et ceux qui ne le sont pas. — « Quelques mesures avec un pont pneumatique », par M. **Shaw**. L'appareil est comparable à un pont de Wheatstone, il doit permettre de comparer la résistance à l'écoulement de divers orifices. Deux branches sont représentées par deux trous circulaires percés dans une mince lame de mica, la troisième par un orifice qu'on peut ouvrir à volonté au moyen d'un volet mobile et d'un écran et la quatrième correspond à l'orifice à étudier. La pile est remplacée par une sorte de brûleur Bunsen à longue cheminée, et le galvanomètre par un tube de verre faisant communiquer deux chambres opposées et contenant une vanne qui se place d'elle-même à angle droit dans le tuyau quand il n'y a aucun courant d'air. Le courant d'air arrivant dans une première chambre par le brûleur se bifurque et s'échappe par les deux trous de la lame de mica ; il se rend de là dans les deux chambres où la pression est à comparer et s'en échappe par les deux orifices dont l'un est celui qui est donné, et l'autre celui qui est variable à volonté. L'égalité de pression dans les deux chambres exige la proportionnalité des quatre résistances à l'écoulement. Cet appareil si ingénieux fait ressortir d'une manière frappante les analogies hydrodynamiques du courant électrique.

SOCIÉTÉ ROYALE D'ÉDIMBOURG

Séance du 4 mai

M. **John Aitken** communique une méthode pour observer et compter le nombre de particules d'eau qui se trouvent dans un brouillard. On pouvait songer à faire déposer l'humidité sur une glace polie, mais l'auteur a prouvé qu'on peut avoir ainsi des surfaces parfaitement sèches, tout en ayant une grande quantité de gouttelettes d'eau dans l'air : le brouillard est formé par la condensation de la vapeur d'eau autour des poussières de l'air, c'est seulement quand cette condensation atteint une certaine limite qu'elle donne lieu à la bruine. L'instrument dont il se sert est analogue au compte-poussières de poche : il consiste en un micromètre de verre divisé en carrés de côté connu, un miroir envoie de la lumière sur ce carrelage et une lentille puissante ou un microscope permet de l'examiner. Dans un brouillard qui a été étudié, les objets étaient invisibles à 100 yards (91 mètres environ) et les surfaces polies exposées restaient sèches. Le nombre de gouttes tombées par minute a varié de 300 à 3000 par centimètre carré. Un autre jour, les conditions extérieures restant les mêmes en apparence, on a trouvé 1300 gouttes par centimètre carré et par minute. Pour éviter la cause d'erreur qui provient de l'échauffement et de la vaporisation des gouttes dans la couche d'air qui est au contact du micromètre, avant l'arrivée sur ce micromètre l'auteur entoure le microscope concentriquement d'un tube de 5 cm. de long et de 4 cm. de diamètre dont le fond et le haut peuvent être simultanément fermés par des couvercles mobiles autour d'un axe parallèle à l'axe du tube. Un micromètre éclairé et fixé au centre de la base inférieure, et au centre de la base supérieure est une petite ouverture correspondant à la lentille du microscope. L'instrument peut servir à observer les moindres poussières de l'atmosphère.

M. J. M. **Macfarlane** fait une communication sur la comparaison de la structure des plantes hybrides et de celles de leurs parents.

W. PEDDIE,
Docteur de l'Université.

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE

Séance du 5 mai 1891.

La séance du 5 mai précédait d'un jour la séance plénière des trois classes, dans laquelle, outre les intérêts généraux qu'il y avait à traiter, devait avoir lieu l'élection du secrétaire perpétuel, successeur de feu le général Liagre. — C'est en raison de ces circonstances probablement qu'aucun membre n'a fait de communications à la séance de la Classe des Sciences. — M. le marquis **de Coligny**, associé étranger (Versailles) qui y assistait, a fait une lecture très intéressante dont voici le résumé. Dans la séance de l'Académie Royale de Belgique du 4 avril 1891 le marquis de Caligny avait présenté, entre autres observations, des considérations sur la manière d'utiliser sans inconvénient le mouvement acquis des grandes colonnes liquides. Dans la séance du 5 mai, il a fait une communication qui en est le complément, dont il lui paraît intéressant de signaler l'utilité, pour le cas spécial où l'on a des écluses de navigation *doubles déjà construites* et dont les chutes ont d'assez grandes hauteurs. Dans les circonstances dont il s'agit, au lieu de n'employer, comme il l'aurait désiré, qu'*une seule écluse simple* aussi élevée que la totalité des deux chutes, il propose de vider, quand on trouve l'écluse pleine, la plus haute en relevant une partie de l'eau au bief supérieur, et de remplir la moins élevée, supposée d'abord vide, en tirant une partie de l'eau du bief inférieur. Les avantages de cette manœuvre sont discutés et, à cause des constructions déjà faites, il se contenterait de proposer *deux appareils séparés*, tandis qu'il n'y en aurait qu'un seul s'il n'y avait qu'une seule chute d'une grandeur suffisante.

F. F.
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE VIENNE

Séance du 8 mai 1891.

1° SCIENCES MATHÉMATIQUES. — M. **Ph. Knoll**, de Prague : « Sur la théorie des fractions d'approximation. »

2° SCIENCES PHYSIQUES. — M. **J. Puluj**, de Prague : « Sur les actions de forces électromotrices sinusoïdales de direction constante, dans un conducteur doué de selfinduction. » Les résultats prévus par le calcul, notamment ce résultat qui semble paradoxal, à savoir que l'intensité moyenne du courant est indépendante de la selfinduction, tandis que le carré moyen de l'intensité et la chaleur moyenne mise en jeu varient avec la selfinduction, ont été vérifiés au moyen d'expériences que l'auteur a effectuées à l'aide d'un inducteur terrestre qu'il a construit. — M. **Herzig**, de Vienne, communique une série de mémoires, à savoir : I. « Sur l'histoire de l'euxanthone. » L'auteur montre qu'il y a un certain parallélisme entre les propriétés des dérivés de la quercétine et celles des corps du groupe de l'euxanthone. Les dérivés de la quercétine fournissent des produits alcooliques jaunes, insolubles dans la potasse, et qui se transforment par l'anhydride acétique et l'acétate de soude en combinaisons acétylalcooliques blanches. C'est aussi le cas pour l'euxanthone. On obtient une monoéthyleuxanthone jaune, insoluble dans la potasse et qui fournit pourtant une acétylmonoéthyleuxanthone blanche en insistant sur la réaction, on a la diéthyleuxanthone de Graebe et Ebrart, qui avec la potasse alcoolique en tube scellé redonne le monoéthyleuxanthone jaune. L'action de l'acide sulfurique concentré transforme également la diéthyleuxanthone en monoéthyleuxanthone. II. « Etudes sur la quercétine et ses dérivés. VI^e^ mémoire : le poids moléculaire de la quercétine. » En se reportant aux travaux antérieurs de l'auteur, il montre que l'hypothèse de deux oxygènes caractéristiques d'une fonction quinone n'est plus nécessaire. Le poids moléculaire déterminé expérimentalement est 294, et il concorde très bien avec l'ancienne formule de Lœwe : $C^{16}H^{10}O^{6}$. Les analyses de tous les dérivés de la quercétine qui ont été jusqu'ici

l'objet d'une étude sérieuse concordent aussi avec les valeurs déduites de la formule. III. « Etudes sur la quercétine et ses dérivés : VII[e] mémoire : fisétine. » Les analyses de Schmid et celles de l'auteur assignent à la fisétine la formule $C^{15}H^{10}O^6$: il y a quatre groupes oxhydriles; la quercétine est ainsi une oxyfisétine ; ce qui s'acccorde bien avec la propriété qu'a la fisétine de donner par oxydation sous l'influence de l'oxygène de l'air, de l'acide protocatéchique et de la résorcine, tandis que dans la même réaction la quercétine donne de l'acide protocatéchique et de la phloroglucine. Sous l'actionde la potasse alcoolique, les dérivés alcooliques de la fisétine sont dédoublés, suivant la formule

$$C^{15}H^{10}O^6 + 2H^2O = C^7H^6O^4 + C^8H^8O^4$$

Fisétine — Acide protocatéchique — Fisétol

L'auteur se réserve de poursuivre l'étude du fisétol quand il en aura des quantités suffisantes. Pour le moment, il se contente de constater que le fisétol doit être un dérivé de la résorcine, et d'ailleurs qu'il contient un groupe cétonique ou aldéhydique, puisqu'il donne un composé avec la phénylhydrazine.

3° Sciences naturelles. — M. **Ph. Knoll**, de Prague « sur les muscles striés clairs et sombres, blancs et rouges. » — M. **Graber**, de Czernowitz, « contribution à l'embryologie comparée des insectes. » — Le commandant du vaisseau *Kerka* envoie une étude sur la côte nord du golfe de Patras, concernant les variations dans le sous-sol de la mer, qui s'y sont produites. Il est peu probable qu'il s'y soit produit des entraînements de bancs, car les conditions ne sont pas les mêmes que dans le golfe de Corinthe, sur la côte ouest de la Grèce ou aux îles Ioniennes. M. Forster, directeur de la compagnie des télégraphes orientaux à Zante, a depuis longtemps étudié ces phénomènes : à la suite de tremblements de terre, des câbles télégraphiques se sont souvent rompus et dans quelques cas, cette rupture a pu être attribuée à un affaissement du fond de la mer le câble se brisant alors sous l'effort de son propre poids. Le sondage d'un certain nombre de lignes dans le canal de Zante, aux points où M. Forster supposait les plus grandes variations dans le niveau du sous-sol de la mer n'a pas apporté de preuves suffisantes à l'appui de l'hypothèse d'un affaissement du sous-sol. Quant au phénomène d'émanations sulfureuses dans le golfe de Patras, les renseignements fournis par le consul français à Patras, M. de Gaspary, en confirment la réalité.

Emil Weyr.
Membre de l'Académie.

ACADÉMIE DES SCIENCES DE SAINT-PÉTERSBOURG

Séance du 22 avril 1891.

1° Sciences mathématiques. — M. **Bredikhin** : *Sur les Perséides d'après les observations russes de 1890.* Plus de dix astronomes ont observé à Poulkova les aérolithes au mois d'août 1890. Les matériaux recueillis par ces observateurs ont été comparés et étudiés par M. Bredikhin qui arrive à cette conclusion : le courant des aérolithes n'est pas délimité par un point ou un petit rond mais présente une surface considérable parsemée de radiants. L'auteur explique ce phénomène par sa théorie, d'après laquelle les aérolithes tombent sur la terre en suivant un trajet présentant des faisceaux coniques avec un élargissement assez considérable. Les propriétés des orbites de chacun des aérolithes, ainsi que les résultats des observations sur la position des surfaces de ces orbites, font croire que la durée de la chute, et en partie la multiplicité de ses divers radiants peuvent être expliquées par l'action perturbatrice des planètes, et plus particulièrement par celle de la terre. L'auteur se borne à des considérations générales et se propose d'étudier prochainement plus en détail cette question compliquée. — M. **Tchebycheff** : Rapport sur le travail du capitaine **Schiff** intitulé : *Essai d'une application de la théorie de l'élasticité à l'étude de l'action du tir d'un canon sur son affût.* La question traitée par M. Schiff très importante au point de vue pratique est en même temps une des plus difficiles au point de vue mathématique. Un des plus grands mathématiciens du siècle, Poisson, membre de l'Institut de France, s'en est déjà occupé dans son mémoire publié en 1825 et intitulé : *Formules relatives aux effets du tir d'un canon sur les différentes parties de son affût.* Malgré tout le génie du savant français, malgré les perfections apportées depuis dans sa théorie, plusieurs points de cette question délicate restent encore obscurs. L'ouvrage de M. Schiff présente un pas en avant vers la solution définitive du problème. Au contraire de ce qu'ont fait Poisson et ses successeurs, l'auteur considère l'action du tir sans supposer que l'affût reste invariable. De là des équations différentielles qui ne peuvent être intégrées sans avoir recours à des simplifications basées sur des suppositions s'écartant plus ou moins de la vérité ; les formules obtenues ainsi ne présentent que des expressions approchées de ce qui a lieu en réalité et ce que démontre l'expérience. Le travail de M. Schiff sera publié dans les suppléments aux Mémoires de l'Académie.

2° Sciences physiques. — M. **N. Beketoff** : *Notice sur la chaleur de combinaison du Brome et de l'Iode avec le Magnésium.* Ces recherches ont pour but de fournir des faits nouveaux confirmant les idées de l'auteur concernant l'influence du poids relatif des éléments qui entrent en combinaison sur l'énergie, et partant, sur la chaleur de la combinaison. En outre ces recherches démontrent, comme conséquence de ce qui vient d'être énoncé, qu'il n'existe point de différence constante dans les chaleurs de réaction par suite de la substitution d'un élément à l'autre. L'expérience confirme pleinement les prévisions de l'auteur : la chaleur de combinaison du Brome et de l'Iode avec le Magnésium est *moindre* que la chaleur de combinaison de ce dernier métal avec l'oxygène, tandis que pour plusieurs autres métaux, cette chaleur est *supérieure* à la chaleur de leur oxydation.

3° Sciences naturelles. — M. Famintzin : Note de M. **Kouznetsoff** *sur deux nouvelles variétés du genre Rhamnus trouvées dans le Caucase : Rhamnus cathartico* L. var. nova de *Caucasica* Kusnez et *Rhamnus alpina* L. var. nova *Colchiæ* Kusnez.

O. Backlund,
Membre de l'Académie.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

EDMOND BECQUEREL

Alexandre-Edmond Becquerel, qui vient d'être soudainement enlevé à la Science, le 11 mai dernier, naquit à Paris, le 24 mars 1820. Reçu à l'Ecole Normale en 1837, et à l'Ecole Polytechnique en 1838, il préféra à l'enseignement de ces écoles celui qu'il pouvait puiser dans un commerce journalier avec son père, et devint en 1838 aide-naturaliste au Muséum. Docteur en 1840, chargé d'une suppléance à la Sorbonne en 1844, professeur à l'Institut agronomique en 1850 à Versailles, et dans ces dernières années au nouvel Institut agronomique créé à Paris, c'est au Conservatoire des Arts et Métiers et au Muséum qu'il a exercé pendant de longues années toute son action comme professeur. Il était membre de l'Institut depuis 1863, et en a été président en 1880. La Société Royale de Londres se l'était associé en 1889. Il était membre de la Société Centrale d'Agriculture de France, et Président honoraire de la Société d'Encouragement pour l'Industrie

Nationale. Depuis 1881 il était Commandeur de la Légion d'honneur.

En collaboration avec son père, Edmond Becquerel a publié régulièrement des recherches sur la température du sol et de l'air dans les circonstances les plus variées, des notes sur le dépôt galvanique de divers métaux, et trois ouvrages : un *Traité de Physique terrestre et de Météorologie* (1847), un *Traité d'Electricité et de Magnétisme* (1855-56) et un *Précis de l'histoire de l'Electricité et du Magnétisme* (1858).

En collaboration avec M. Frémy, un mémoire sur l'Ozone (1852).

Les *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, les *Mémoires* qu'elle publie, les *Annales de Physique et de Chimie*, les *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers* contiennent les très nombreux et très variés travaux d'Edmond Becquerel. Dans l'aperçu que je vais tenter d'en donner, je ne viserai pas à être complet, j'essaierai seulement de faire deviner l'étendue du champ qu'il a parcouru en tous sens, et de caractériser le genre de curiosité qui l'animait.

En électricité, ses recherches ont porté surtout sur la conductibilité et la théorie de la pile. En 1843, il vérifie la loi de Joule pour la chaleur dégagée dans les conducteurs; en 1846, il emploie la méthode correcte du galvanomètre différentiel à la comparaison des résistances des métaux à diverses températures. L'étude de la résistance des dissolutions salines, à divers degrés de concentration, plus difficile à cause de l'influence des électrodes qu'il est nécessaire d'éliminer, lui fait reconnaître que, pour certains sels, tels que le sel marin, le sulfate de cuivre, la résistance décroît constamment depuis la plus grande dilution jusqu'à la saturation; pour d'autres au contraire, déliquescents, tels que le sulfate de zinc, la résistance présente un minimum pour une certaine concentration. Même les gaz purs laissent passer un courant continu, sous la pression atmosphérique à la température du rouge (1853); mais la résistance mesurée n'est pas indépendante de l'intensité du courant; elle dépend aussi des métaux et la nature du phénomène reste encore obscure.

Plusieurs mémoires, dans lesquels les inventeurs de piles nouvelles ne se sont pas fait faute de puiser, sont consacrés à l'étude des piles, à l'influence des dépolarisants liquides ou même solides, comme dans la pile au sulfate de plomb gâché avec du sel marin (1860); aux forces électromotrices qui prennent naissance entre deux électrodes identiques plongées dans le même liquide, lorsqu'on agite l'une d'elles; aux piles à gaz (1852), que l'on peut construire avec un seul gaz, l'hydrogène, un seul liquide, une solution de chlorure d'or, et deux électrodes d'un seul métal, le platine, dont l'une est entièrement immergée dans le liquide, et l'autre traverse l'atmosphère d'hydrogène et plonge de quelques millimètres seulement dans le liquide.

Partisan décidé de la théorie chimique de la pile, Becquerel a pourtant contribué à montrer qu'une différence de potentiel peut naître entre deux corps, — par quelle mystérieuse action, nous l'ignorons encore, mais le fait est certain — sans action chimique appréciable, en établissant (1856) qu'une machine à frottement débite autant d'électricité, qu'on garnisse ses coussins de talc, de plombagine, ou de bisulfure d'étain et des divers amalgames d'usage courant. — D'ailleurs, l'existence de forces électromotrices thermoélectriques montre bien l'existence de ces forces électromotrices de contact; Becquerel les a étudiées à diverses reprises, et en particulier dans un mémoire paru dans les *Annales du Conservatoire des Arts et Métiers* (1866), où il a passé en revue un très grand nombre de couples thermoélectriques formés de métaux purs, d'alliages variés et de sulfure de cuivre, indiquant avec soin la manière de les fabriquer. Un grand nombre de ces couples ont des forces électromotrices supérieures à celle du couple de bismuth et cuivre, 8 fois plus grandes pour le plus puissant (tellure-maillechort), 6 fois à 6 fois et demie pour le couple sulfure de cuivre-maillechort, tant de fois essayé depuis par les inventeurs de piles thermoélectriques industrielles. — Enfin le couple platine-palladium a été comparé au thermomètre à air jusqu'à 1400° et employé ensuite à la graduation des deux ou trois couples les plus énergiques jusqu'à la température de fusion de l'un de leurs constituants. Les températures de fusion et d'ébullition de quelques corps déterminés au moyen du thermomètre à air avec réservoir de platine, contestées d'abord par MM. Sainte-Claire-Deville et Troost, ont été ensuite presqu'exactement confirmées par les travaux de M. Violle. — Parmi beaucoup de travaux sur les décompositions électriques, et la galvanoplastie, un surtout mérite une mention spéciale, celui de 1844 sur la loi de Faraday, qui est devenu classique, et par lequel nous savons que dans les composés binaires en proportions variées, c'est au métalloïde et non au métal que s'applique la la loi des poids atomiques.

Les résultats acquis dans l'étude du magnétisme induit sont plus nouveaux, plus personnels et forment un ensemble important. Dans un premier mémoire (1845) les indications de Pouillet sur les variations temporaires ou permanentes que la température produit dans les propriétés magnétiques du fer, de la fonte, de l'acier, etc., sont confirmées; le cobalt, le nickel, en masse, en grains, ou en poudre fine sont étudiés, ainsi que les corps les plus variés, et la conclusion suivante s'impose : ce n'est pas à un mélange avec des traces de substances magnétiques que sont dues les propriétés magnétiques faibles d'un grand nombre de substances; ces propriétés subsistent même dans les substances pures. A ce résultat déjà important devait s'en ajouter un autre plus curieux en 1849. L'action que subit un corps dans un champ magnétique dépend du milieu qui l'entoure. Certains verres qui se dirigent suivant la ligne des pôles dans l'air s'orientent perpendiculairement à cette ligne et paraissent diamagnétiques, quand ils sont entourés de solutions de certains sels de fer ou de cobalt, plus magnétiques. Inversement une tige de cire blanche, qui est diamagnétique dans l'air, paraît magnétique et s'oriente suivant la ligne des pôles dans les solutions concentrées de chlorure de calcium ou de magnésium, plus diamagnétiques. Les forces apparentes résultent d'une compensation entre les actions exercées sur le milieu et celles exercées sur le corps mobile lui-même, comparée très justement par Becquerel à la compensation analogue dont le principe d'Archimède fournit la mesure pour les corps pesants. L'orientation d'une tige de verre entourée de divers gaz, ou mise dans le vide, a permis alors de vérifier le résultat déjà obtenu par Faraday, que la plupart des gaz n'ont qu'une action très faible, mais que l'oxygène est nettement magnétique. Un autre artifice des plus ingénieux a permis d'augmenter beaucoup ces actions; un morceau de charbon poreux, qui dans le vide paraît très faiblement diamagnétique, sert à mettre en évidence l'action des gaz dont il s'imprègne en très grande quantité; il est très fortement attiré quand c'est de l'oxygène qu'il a condensé; repoussé à des degrés divers quand c'est l'un des gaz suivants : protoxyde d'azote, gaz oléfiant, acide carbonique, cyanogène, ammoniaque, et l'action est assez grande pour permettre des mesures, et montrer que l'action de l'oxygène est proportionnelle à sa densité. On conçoit quel intérêt s'attache à cette découverte, vu la masse énorme d'oxygène qui entoure notre globe; les variations de pression de cette masse ne peuvent manquer d'influencer l'aiguille aimantée, dans une certaine mesure, et expliquent une partie au moins des variations périodiques et régulières que l'on observe dans les éléments du magnétisme terrestre.

En optique, à part un mémoire en commun avec Cahours (1840) sur les indices de réfraction d'un grand nombre de liquides organiques, mémoire qui contient une première indication de l'influence de la composition chimique, et deux mémoires sur la polarisa-

tion rotatoire magnétique (1846-1849), ce sont les modifications temporaires ou permanentes, chimiques ou physiques, produites par la lumière, que Becquerel a surtout étudiées. Ces recherches sont d'ailleurs les plus connues ; elles sont réunies dans les deux volumes de son traité sur *la Lumière* (1868). L'étude des actions photographiques l'a occupé dès le début de son existence scientifique ; en 1840, il présentait un mémoire, inséré dans le volume des *Mémoires des savants étrangers* pour 1841, sur l'action subie par les plaques daguerriennes, ou les chlorures, bromures, etc., d'argent avec ou sans excès de nitrate, et avait ainsi l'occasion de constater l'action directe des radiations ultraviolettes, et l'action continuatrice des radiations moins réfrangibles. Il est impossible d'entrer dans le détail des résultats obtenus, et ici comme dans ses travaux sur les piles, Becquerel a fourni aux photographes de profession une ample moisson de faits nouveaux, dont ils ont su tirer parti.

Mais je veux faire remarquer que ces travaux ont contribué, comme ceux de Melloni, à donner à la physique moderne la notion que représente le mot *radiation*, d'un emploi maintenant si universel. Dans ce mémoire de 1840, Becquerel s'assurait que les radiations ultraviolettes de l'arc électrique et celles du soleil produisent les mêmes effets sur toutes les substances photographiques. En 1842, il photographiait les raies du spectre solaire lumineux et ultra violet, et s'assurait que la position de ces raies est indépendante de la substance photographique employée, et même, à la demande d'Arago (1843), du milieu qui la baigne ; il vérifiait aussi qu'il en est de même des raies que révèle la phosphorescence. En 1843, étudiant l'action des écrans colorés ou non, il reconnaissait que si un écran atténue ou fait disparaître une des manifestations de la radiation, il agit de même sur toutes les autres manifestations, lumière, action chimique sur une substance quelconque, phosphorescence, fluorescence. Ces notions sont devenues vulgaires, un mot les résume, « la radiation est absorbée » ; mais ce n'est point une raison pour oublier à qui nous devons le droit d'employer ce mot, ni combien d'expériences il suppose, qu'on ne mentionne même plus.

Dès 1839, Becquerel avait reconnu qu'on fait naître un courant électrique entre deux liquides (bichlorures, bromures, etc. — et solutions salines dans l'alcool), quand on éclaire la surface de séparation et cette observation étendue aboutissait en 1841 à la construction de l'actinomètre électrique, qui permet de mesurer par une force électromotrice l'action produite par la lumière sur les matières impressionnables telles que le chrorure d'argent, instrument dont, à mon sens, on n'a pas encore tiré tout ce qu'il peut fournir de notions sur la nature des actions photographiques.

Enfin en 1848, des observations antérieures répétées et discutées amenaient Becquerel à produire sur une lame couverte de chlorure d'argent une image colorée du spectre solaire, par la seule action de la lumière ; ces images qui datent de plus de quarante ans, et qu'on n'a pu fixer, se sont conservées intactes dans l'obscurité et rivalisent d'éclat avec celles que M. Lippmann a récemment obtenues et fixées par un procédé physique entièrement différent. Rappelons à quel mode de préparation Becquerel s'était enfin arrêté en 1854 : la plaque d'argent est suspendue dans une solution étendue d'acide chrorhydrique, qu'on décompose au moyen d'un courant. Un voltamètre à eau acidulée placé dans le circuit fait connaître, par le volume d'hydrogène dégagé, le volume du chlore déposé sur la plaque, et on arrête lorsque cette quantité est de 6,5 à 6,9 centimètres cubes par décimètre carré d'argent, ce qui donne une couche d'environ un millième et demi de millimètre de chlorure d'argent. La petitesse de ce nombre indique que la théorie invoquée par M. Lippmann pour ses propres images n'est plus tout à fait suffisante ici et doit être au moins complétée.

Parlerai-je des recherches sur la phosphorescence (1860 et suiv.), l'œuvre capitale d'Edmond Becquerel ? Deux mots ne seraient pas assez, et cette notice a des bornes ; d'ailleurs l'importance même de ces travaux les a rendus classiques, il n'y a pas un traité de physique générale, en France ou à l'Étranger, qui ne les mentionne, ne résume les résultats, et ne décrive le phosphoroscope. Il ne faut pas se contenter de ces résumés, il faut lire le traité sur *la Lumière* : influence de l'intensité et de la couleur des radiations incidentes ; loi d'émission de la lumière par le corps phosphorescent, en fonction du temps ; inégalités des vitesses d'émission des diverses couleurs ; quantité totale de lumière accumulée, et influence d'une élévation de température pour en précipiter l'émission ; influence du mode de préparation des corps phosphorescents sur la lumière qu'ils émettent, etc., tout a été étudié avec précision.

Le nombre et l'étendue des mémoires publiés par Becquerel, au cours de sa longue carrière, la variété et plus encore la nature des sujets abordés rendent difficile de donner en peu de mots une idée claire de son œuvre. Il a presque toujours dédaigné les phénomènes déjà coordonnés, groupés autour d'une théorie précise, et dont il semble qu'il ne reste plus qu'à faire de bonnes et nombreuses mesures ; et quand il en a abordé l'étude, ce qui l'a toujours attiré ce sont surtout les aspects encore indécis et mal connus de ces phénomènes. Souvent il a réussi, à force de peine, d'expériences multipliées et modifiées de toutes les manières imaginables, à apporter de la clarté là où il n'y avait avant lui que confusion et ignorance ; jamais il n'a cru inutile de contrôler les résultats obtenus par d'autres physiciens ou admis sans preuve directe, par ce penchant trop naturel à étendre les énoncés bien en dehors des limites des observations. Il a toujours eu soin de faire porter ses observations sur les substances les plus diverses, et pour une même substance chimique, sur toutes ses variétés obtenues par tous les modes de préparation. C'est un genre de recherches qui a compté peu de représentants pendant le dernier quart de siècle ; la plupart des esprits subissaient la séduction des admirables travaux de Coulomb, de Volta, de Fresnel, d'Ampère, qui par une seule expérience dans laquelle la nature de la matière employée intervient à peine, nous ont donné une connaissance si complète déjà des propriétés du milieu impondérable qu'étudie presqu'exclusivement la physique générale. Mais pour que dans ces recherches un corps puisse servir de type et faire connaître du premier coup les propriétés d'un groupe important, il faut que le classement soit déjà fait ; travail des deux siècles qui nous ont précédé pour les phénomènes électriques.

C'est un travail de ce genre, poussé du premier coup très loin, qu'a accompli Becquerel, dans ses recherches sur les propriétés magnétiques de tous les corps, et dans celles sur la phosphorescence. Une jeune et vaillante pléiade de chimistes, munis d'une solide instruction physique, a repris le goût de ces recherches variées, et espère découvrir entre les propriétés physiques des corps et leur constitution chimique des relations générales : les deux volumes sur *la Lumière, ses causes et ses effets*, contiennent nombre de faits bien dignes d'exciter leur curiosité ; à ceux qu'intéresse surtout la physique générale, les mêmes faits rappellent combien les meilleures théories sont encore peu compréhensives et incapables de saisir les relations entre la matière pesante et le milieu impondérable, ce qui est aujourd'hui le grand mystère.

Marcel BRILLOUIN.

Le Directeur-Gérant : LOUIS OLIVIER

Paris.—Imprimerie F. Levé, rue Cassette, 17.